



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



HODNOCENÍ ANIZOTROPIE OHYBOVÉ TUHOSTI A MAČKAVOSTI ŠATOVÝCH TEXTILIÍ

Bakalářská práce

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R004 – Technologie a řízení oděvní výroby
Autor práce: **Nadezda Popova**
Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.





TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta textilní



ASSESSMENT OF ANISOTROPY OF FABRIC'S BENDING RIGIDITY AND CREASING

Bachelor thesis

Studijní program: B3107 – Textil
Studijní obor: 3107R004 – Technologie a řízení oděvní výroby
Autor práce: **Nadezda Popova**
Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová, Ph.D.



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Nadezda Popova**
Osobní číslo: **T10000323**
Studijní program: **B3107 Textil**
Studijní obor: **Technologie a řízení oděvní výroby**
Název tématu: **Hodnocení anizotropie ohybové tuhosti a mačkovosti šatových
textilí**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte rešerši zaměřenou na hodnocení ohybové tuhosti a mačkovosti plošných textilí.
Proveďte průzkum zkušebních metod používaných k hodnocení ohybových vlastností
plošných textilí a mačkovosti textilí.
2. Experimentálně ověřte anizotropní chování šatových textilí při ohybové deformaci.
3. Zhodnoťte vliv směru měření (přeložení vzorku) na ohybovou tuhost a mačkovost textilí.
4. Na základě získaných výsledků formulujte závěrečné zjištění.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: cca 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

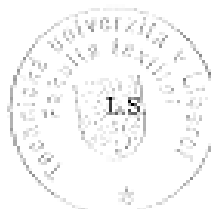
- ZELOVÁ, K. K problematice mačkavosti plošných textilií. SVOČ TUL. Liberec 2009. ISBN 978-80-7372-482-5.
- ZELOVÁ, K., and FRIDRICHOVÁ, L. Studie ohybové tuhosti a mačkavosti plošných textilií, TUL, Workshop pro doktorandy 2011. ISBN 978-80-7372-765-9.
- FRIDRICHOVÁ, L., and ZELOVÁ, K. Objective evaluation of multidirectional fabric creasing. Journal of the Textile Institute, 2011, 102: 8, 719-725.
- DAVIDKOVÁ, B. Vliv struktury textilií na tvarovou stálost plošných textilií. Bakalářská práce, TU Liberec 2010. Vedoucí práce: Ing. Katarína Zelová.
- DONG, X., ZHANG, J., AND ZHANG, Y., YAO, M. A study on the relaxation behavior of fabric's crease recovery angle. International Journal of Clothing Science and Technology, 2003.
- MERATI, A, PATIR, H. Anisotropy in wrinkle properties of woven fabri, The Journal of The Textile Institute, 2011, 1-8, iFirst Article.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Katarína Zelová
Katedra oděrnictví

Datum zadání bakalářské práce: 1. listopadu 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 27. května 2013


Ing. Jana Dražanová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Aneta Hrubá, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 1. listopadu 2012

Technická univerzita v Liberci
Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
Katedra oděvnictví, FT
Studentská 2
461 17 Liberec

ŽÁDOST

Žádám o prodloužení termínu odevzdání bakalářské práce do května 2014 roku.

Název bakalářské práce: Hodnocení anizotropie ohybové tuhosti a mačkovosti šatových textilií

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Katarína Zelová,

Jméno, příjmení a adresa žadatele: Naděžda Popova, 17. Listopadu 584/2, 46015 Liberec

Podpis žadatele: 

Datum podání žádosti: 18. 12. 2013

Vyjádření vedoucího práce:

SOUHLASÍM 

Vyjádření vedoucího katedry: 18. 12. 2013


Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
Katedra oděvnictví, FT
Studentská 2
461 17 Liberec

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Kataríně Zelové, Ph.D. za konzultace, vstřícný přístup, trpělivost a poskytnutí materiálů pro vypracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Ludmile Fridrichové, Ph.D. za pomoc při měření na přístroji TH-7 a poskytnutí dalších materiálů.

Anotace

Tato práce je zaměřena na anizotropii ohybové tuhosti a mačkovosti plošných textilií. V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy týkající se tématu této práce a je zmapován současný stav poznání v oblasti anizotropie ohybové tuhosti, mačkovosti a jejích měření. V experimentální části bylo provedeno měření pomocí přístroje TH-7. Kruhové vzorky textilií byly proměřeny ve dvanácti různých směrech. Výsledné hodnoty měření na přístroji TH-7 byly srovnány z výslednými hodnotami ohybové tuhosti z měření na přístroji KES-FB 2 pomocí korelační analýzy. Anizotropní chování ohybové tuhosti bylo prokázáno pomocí polárních diagramů. Byla zhodnocena anizotropie úhlu zotavení a stanoven vliv anizotropie ohybové tuhosti na anizotropii úhlu zotavení.

Klíčová slova: anizotropie, ohybová tuhost, ohybová síla, mačkavost, úhel zotavení

Annotation

This thesis is focused on the anisotropy of fabric's bending rigidity and creasing. In the theoretical section are explained the basic concepts related to the subject of this work and the current state of knowledge in the field of anisotropy of bending rigidity, creasing and their measurement are presented. In the experimental part measurement was carried out using the device TH-7. Circular samples of fabric were measured in twelve different directions. The results of measuring on device TH-7 were compared to the results of measuring of bending rigidity on the device TH-7 by using correlation analysis. Anisotropic behavior of bending rigidity was demonstrated using the polar diagrams. The anisotropy of angle recovery was evaluated and determined the effect of anisotropy of bending rigidity to anisotropy of angle recovery.

Key words: anisotropy, bending rigidity, bending force, creasing, angle recovery

Obsah

| | |
|--|----|
| Seznam použitých zkratk a symbolů | 8 |
| Úvod | 10 |
| 1 Tuhost v ohybu a mačkovost | 11 |
| 1.1 Definice pojmů souvisejících s tématem | 11 |
| 1.2 Současný stav poznání | 12 |
| 1.3 Metody měření ohybové tuhosti | 15 |
| 1.3.1 Statické metody | 15 |
| 1.3.2 Dynamické metody | 20 |
| 1.4 Metody měření mačkovosti | 21 |
| 2 Experimentální část | 24 |
| 2.1 Princip měření ohybové tuhosti na přístroji TH-7 | 25 |
| 2.2 Metoda měření na přístroji TH-7 | 26 |
| 2.3 Postup měření | 27 |
| 2.4 Princip měření ohybové tuhosti na přístroji KES- FB2 | 29 |
| 3 Vyhodnocení anizotropie ohybové tuhosti plošných textilií | 30 |
| 3.1 Porovnání metodik měření ohybové síly na přístroji TH-7 a ohybové tuhosti na přístroji KES-FB2 | 36 |
| 3.2 Anizotropie úhlu zotavení (mačkovosti) | 39 |
| 3.3 Vliv anizotropie ohybové síly na anizotropii úhlu zotavení (mačkovosti) | 40 |
| 4 Zhodnocení výsledků | 43 |
| 5 Závěr | 45 |
| Seznam použité literatury | 47 |
| Seznam tabulek | 49 |
| Seznam obrázků | 50 |
| Příloha | 52 |

Seznam použitých zkratek a symbolů

| | | |
|-----------------|---|-----------------------|
| ASTM | American standart Minimum requirements | |
| CO | Cotton (bavlna) | |
| ČSN | Česká státní norma | |
| KES | Kawabata Evaluation System | |
| KES-FB2 | Kawabata Evaluation Systém for Fabrics-2 pure bending tester | |
| PES | polyester | |
| TH-5 | přístroj na měření ohybové tuhosti | |
| TH-7 | přístroj na měření ohybové tuhosti - inovace | |
| B | ohybová tuhost | [N.m ² /m] |
| b | šířka proužku textilie | [m] |
| c | ohybová délka | [m] |
| Do | dostava osnovy materiálu | [nití/10cm] |
| Dú | dostava útku materiálu | [nití/10cm] |
| E | Youngův modul pružnosti | [Pa] |
| F | síla | [N] |
| Fm | ohybová síla | [mN] |
| g | gravitační zrychlení (9,81 m.s ⁻¹ přibližná hodnota) | [m.s ⁻¹] |
| G | tíha proužku | [N] |
| h | tloušťka plošné textilie | [m] |
| I | moment setrvačnosti průřezu textilie | [m ⁴] |
| l | délka proužku textilie | [m] |
| l ₀ | výška smyčky | [m] |
| Mo | moment ohybu | [mN.cm] |
| R | korelační koeficient | |
| t | teplota | [°C] |
| Toc | ohybová tuhost podle metody ASTM | [kg.m] |
| T _{OG} | tuhost v ohybu podle modifikované metody Sommera | [N.m ²] |
| T _{OF} | tuhost v ohybu podle Schieffera | [N.m ²] |
| Tos | tuhost v ohybu podle Sommera | [kg.m] |

| | | |
|-------------------------|---|--------------------------|
| $T_{O_ \text{ teor.}}$ | teoretická tuhost v ohybu | $[\text{N.m}^2]$ |
| T_{op} | tuhost v ohybu podle Pierce | $[\text{kg.m}]$ |
| ρ | poloměr křivosti vzorku textilie | |
| ρ_s | plošná hmotnost | $[\text{kg.m}^{-2}]$ |
| Θ | úhel, který svírá spojnice počátku a konce vetknuté textilie s horizontálním směrem | $[\text{°}]$ |
| φ | relativní vlhkost vzduchu | $[\%]$ |
| γ_1 | délková měrná tíha proužku textilie | $[\text{N.m}^{-1}]^{18}$ |
| ρ_1 | délková měrná hmotnost | $[\text{kg.m}^{-1}]$ |

Úvod

V dnešní době člověk klade velký důraz na kvalitu a estetický vzhled oděvu. Při nakupování oblečení a nebo různých textilních výrobků se můžeme omakem přesvědčit nakolik je materiál měkký nebo tuhý, splývavý, drží tvar a po sevření v ruce můžeme přibližně i vizuálně stanovit mačkavost materiálu.

Ohybová tuhost má velký vliv na omak textilie a na její splývavost, tvarovatelnost, a zároveň mačkavost má vliv na estetický vzhled výrobku. Proto je studiu daných vlastností materiálů, faktorů, které je ovlivňují a metodám měření věnováno mnoho vědeckých prací a odborných článků. Dosud byly v pracích ostatních studentů spíše proměřovány rezné textilie, třeba v bakalářské práci studentky Müllerové [1] nebo v diplomové práci Odehnalové [2]. Cílem této práce bylo proměřit jak rezné textilie, tak i běžné šatové textilie a stanovit zda vykazují anizotropní chování.

V první části této bakalářské práce byly vysvětleny základní pojmy, související s tématem dané práce. Byl uveden aktuální stav poznání v oblasti anizotropie ohybové tuhosti a mačkavosti, popsány metody jejich měření.

Druhá, praktická část bakalářské práce, se věnuje měření ohybové tuhosti rezných i šatových textilií pomocí přístroje TH-7. Zde byla popsána příprava vzorků textilie, princip a postup měření ohybové síly na přístroji TH-7.

V třetí části práce byla vyhodnocena anizotropie ohybové síly a tuhosti, srovnány výsledky měření na přístrojích TH-7 a KES-FB 2. Na základě získaných hodnot z měření úhlu zotavení pomocí inovované metody byl stanoven přehled o anizotropii úhlu zotavení a hodnocen vliv anizotropie ohybové síly na úhel zotavení. V poslední části jsou zhodnoceny výsledky, získané během práce.

1 Tuhost v ohybu a mačkavost

1.1 Definice pojmů souvisejících s tématem

Ze začátku je třeba vysvětlit některé pojmy, které souvisí s tématem této práce. Dle slovníku cizích slov *anizotropie* je závislost fyzikálních vlastností látek na směru, ve kterém se měří [3]. Opakem anizotropie je *izotropie* - je vlastnost, kterou se označuje nezávislost na směru. Vlastnosti jsou ve všech směrech stejné. [4]

Podle normy ČSN 80 0858 [5] *tuhost* je to odolnost plošné textilie vůči ohýbání. Je to schopnost materiálu reagovat momentem vnitřních sil soudružnosti proti namáhání momentem vnějších sil způsobujících deformaci. Vyjadřuje se jako ohybový moment M_o v mN.cm.

Tuhost v ohybu dle Kovačiče [6, s. 46-47] je fyzikální veličina, popisující odpor textilie proti deformaci (ohýbání) vnějším zatížením. Toto vnější zatížení je vyvozováno buď osamělou silou nebo spojitým obtížením vyvolaným plošnou hmotností. Z definice vyplývá, že potřeba znát tuhost v ohybu textilie zejména v případech, kdy textilie používána na vyztužení výrobku nebo naopak když má mít textilie tuhost co nejmenší a má být splývavá. Odpor textilie proti ohýbání tedy úzce souvisí se splývavostí a je určen konstrukcí textilie (tkanina, pletenina, plošná hmotnost textilie) a její úpravou (např. naškrobením, podlepení nebo kaširováním).

Ohybová tuhost je významná vlastnost textilie, jak uvádí ve své práci L. Fridrichová [7], která ovlivňuje její další chování, například splývavost a mačkavost. Abychom mohli provést důkladnou analýzu splývavého a mačkového chování textilie musíme znát její ohybové tuhost v různých směrech, tzv. anizotropii ohybové tuhosti.

Mačkavost je estetická vlastnost textilií, kterou ovlivňují tři základní faktory a to konstrukce textilie, příze a samotné vlákno [8, s. 141]. Mačkavost textilie je také vlastnost závislá na materiálovém složení, struktuře textilie, směru přehybu textilie (ne jenom směr osnovy a útku), ale také na teplotě a vlhkosti okolí. Vznik krouťací složky v textilií při mačkání má za následek anizotropii zotavení po pomačkání [9, s. 11].

1.2 Současný stav poznání

Studiem anizotropie ohybové tuhosti a mačkovosti se zabývá hodně vědců z celého světa. Byla navržena a hodnocená spousta různých metod pro hodnocení ohybové tuhosti a mačkovosti textilií.

Íránští autoři Aliakbar Meratia and Hadi Patirb se ve své práci zabývali studiem anisotropii mačkovosti plošných textilií. Textile tkané s použitím útkové příze s S - a Z- zákrutem a s různou úrovní zkroucení nití byly měřeny v různých směrech a následně analyzovány. Výsledky ukázaly, že odolnost proti mačkání se zvyšuje, v závislosti na zákrutu útkové příze. Směr měření měl také zřejmý vliv na výsledky a odolnost proti vráskám závisela na způsobu skládání jako je líc - líc a rub - rub. Když je směr zkroucení příze ve tkanině podobný směru skládání, příze je zhutněna proto, že se skládá v místě ohýbání, což má za následek zvýšení odporu proti mačkání. Ve tkanině vytvořené z nití s různými směry zákrutů, je obtížné zjistit podíl účinku každé skupiny příze na mačkovost tkaniny. Nicméně výsledky tohoto výzkumu ukazují, že tkaniny tkané z nití s různými směry zákrutů vykazují anizotropní chování. Je-li látka složena způsobem líc - líc a útek má směr zákrutu S, odolnost proti vráskám tkaniny v různých směrech ukazuje konvexní zakřivení (vypuklé), zatímco když je stejný materiál složený způsobem rub - rub, pak výsledky ukazují lineární zakřivení [10].

Litevští vědci V. Sidabraitė, V. Masteikaitė z Kaunas University of Technology se ve své studii zaměřili na vyhodnocení ohybové tuhosti v různých směrech. Byla změřena délka ohybu. Tuhost v ohybu byla vypočtena ve dvanácti různých směrech, aby bylo možné získat polární diagramy anizotropie ohybové tuhosti tkanin. Výzkumy byly prováděny se sedmi tkaninami nízké hmotnosti a různým materiálovým složením. Kruhové vzorky byly zachyceny digitálním fotoaparátem za účelem získání splývavého profilu. Vzdálenosti okrajů splývajícího profilu tkaniny byly změřeny ve dvaceti čtyřech různých směrech, abychom získali polární diagramy srovnatelné s polárními diagramy ohybové tuhosti. Naměřené hodnoty pak byly porovnány s hodnotami získanými pomocí teoretického modelu Coopera. Ve své práci Cooper ukazuje [11], že tuhost v ohybu je ovlivněna strukturou tkaniny nebo povrchovou úpravou, a může se lišit v závislosti na směru ohýbání. Ve většině případů však měření ve směru osnovy, útku a v šikmém směru pro její hodnocení stačí. Cooperova rovnice pro výpočet ohybových pružností ve všech možných směrech vypadá takto:

$$B_{\alpha} = B_1 \cos^4 \alpha + B_2 \sin^4 \alpha + [4B_3 - (B_1 + B_2)] \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha \quad (1)$$

B_1 - ohybová tuhost ve směru osnovy

B_2 - ohybová tuhost ve směru útku.

B_3 - tuhost v ohybu ve směru 45° k osnově nebo k útku

Cooper zavedl poměr předvedení trendů polárních diagramů:

$$V = (J_1 + J_2) / (B_1 + B_2) \quad (2)$$

J_1 a J_2 - jsou konstanty pro kroutící moment.

Parametry B_1 , B_2 lze získat experimentálně, ale ne v případě J_1 a J_2 . Součet $(J_1 + J_2)$ můžeme vypočítat z měření ve třech různých směrech - osnova, útek a 45° . Pokud je výraz $(J_1 + J_2)$ nahrazen hodnotami tuhosti ve směrech osnovy, útku a ve směru 45° , výpočet poměru V se změní na:

$$V = \frac{4B_3 - (B_1 + B_2)}{B_1 + B_2} \quad (3)$$

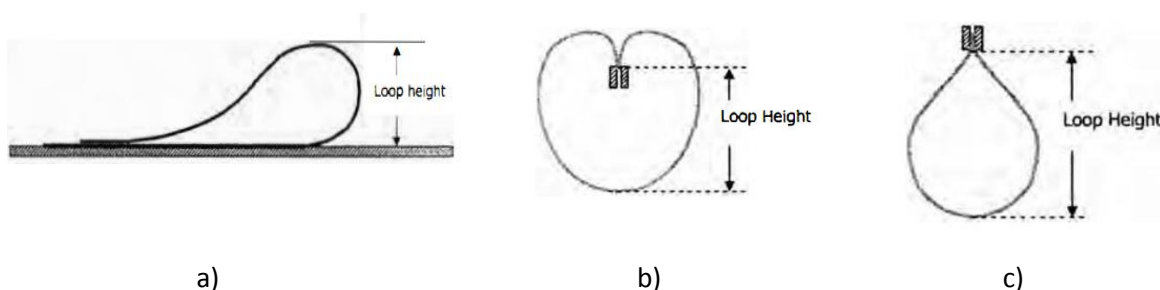
Bylo zjištěno, že experimentální výsledky ohybové tuhosti v různých směrech se blíží k hodnotám vypočteným z modelu Coopera [12].

Skupina ruských vědců Neklyudova S.A., Perepelkin K.E., Smirnova N. A. stanovila anizotropii vrásnění textilních materiálů ze syntetických a směsových vláken. V experimentu byly použity tkané materiály v plátnové vazbě s následujícím materiálovým složením: 100% PES, 70% PES / 30% len, 50% PES / 50% len, 100% len. Studie byla prováděna za standardních podmínek, a zejména relativní vlhkosti okolního prostředí $\varphi = 65\%$, teplota $t = 20 \pm 2^\circ \text{C}$, a v maximálně vlhkém stavu $\varphi = 98\%$, $t = 20 \pm 2^\circ \text{C}$. Testované vzorky byly řezány pod úhly 0° (osnova), 15° , 30° , 45° , 60° , 75° , a 90° (útek). Bylo prokázáno, že vrásnění 100% polyesterové tkaniny za standardních klimatických podmínek se nachází v blízkosti k izotropnímu, úhel zotavení má téměř stejné hodnoty. Zatímco 100 % lněná tkanina je nejvíce zvrásněná v úhlech 0° a 90° , a v úhlu 45° naopak nejméně náchylná k vráskám. Tkaniny obsahující polyesterová a lněná vlákna vykazují větší anizotropii zvrásnění s rostoucím obsahem lněných vláken. Zvýšení vlhkosti zvyšuje zmačkání tkanin ve všech směrech. Vliv vlhkosti na

polyesterové tkaniny byl zanedbatelný, protože syntetická vlákna neabsorbují vlhkost. Naopak vlhkost měla velmi výrazný vliv na lněné tkaniny. Zvrásnění tkaniny se zvyšuje se zvýšením vlhkosti, a toto zvýšení je v první řadě závislé na hygroskopicitě lněné tkaniny [13].

Ohybová schopnost působením vlastní hmotnosti bavlněných, vlněných a viskózních tkaných materiálů byla zkoumána skupinou srbských vědců Mihajlovic T., Asanovic K., Mihajlidi T. Experiment byl prováděn pomocí dvou metod: přímou cantilever metodou a nepřímou diskovou metodou. Hodnoty tuhosti, modulu ohýbání a koeficientu splývavosti tkanin ukázaly, že viskózní látka má nejlepší ohybovou schopnost a bavlněná nejhorší. Také bylo zjištěno, že lepší elasticitu po relaxaci mají tkaniny s menší tloušťkou a tkaniny s menším počtem vazných bodů [14].

Vědci státní univerzity v Severní Karolině v USA Tushar K Ghosh & Naiyue Zhou, studovali a srovnávali metody hodnocení ohybové tuhosti tkanin z teoretického a praktického hlediska. Při srovnávání různých způsobů, věnovali pozornost jak výhodám, tak i nedostatkům různých metod. Měřicí přístroje byly rozděleny na dvě skupiny: první skupinu tvořily přístroje, které měří sílu a energii využitou při ohybové deformaci. Přístroje této skupiny jsou obvykle určeny pro stanovení momentu hystereze. Druhá skupina přístrojů měří deformaci tkanin při působení vlastní váhy. Tam, kde není měření hystereze důležité, můžeme použít buď cantilever test, folded loop (proužek textilie složený ve tvaru smyčky), pear loop (proužek textilie složený ve tvaru hrušky) nebo heart loop (proužek textilie složený ve tvaru srdce), viz obr. 1. Nicméně, pokud je důležitá charakteristika nelineárního chování v ohybu v závislosti na napětí (nebo zakřivení), pak jedinou možností je použít měření pomocí systému KES [15].



Obr. 1 a) folded fabric loop metoda; b) heart loop metoda; c) pear loop metoda

[15, s.474-475]

Jednoduchý cantilever test je běžnou metodou pro měření ohybové tuhosti tkanin. Malé rozměry a rozplétání volného konce příze jsou hlavní obtíže při měření tímto způsobem. V podkapitole 1.2 této práce bude dál vysvětlen princip měření pomocí cantilever testu. V práci iránských vědců Ghane M., Sheikhzadeh M., Halabian A. M., Khabouri S. [16] zaměřené na měření ohybové tuhosti příze byl použit dvouramenný systém. Aby se zvýšila přesnost experimentu, fotografie příze z každého experimentu byly pořízeny pomocí digitálního fotoaparátu, a pak pomocí využití vhodného rozlišení pro každou fotografii, byly získány deformace příze, souřadnice bodu uplatnění vnějšího zatížení a bod maximálního průvěsu.

Příze byla použita jako elastický nosník upevněný na jednom konci. Na druhém konci byl podporován jednoduchou podpěrkou a zatížen v blízkosti středu. Přesně byl změřen maximální průhyb příze a vzdálenosti působícího zatížení. Pomocí klasických rovnic elasticity v případě malého průhybu byla pak vypočítána ohybová tuhost příze. Srovnání mezi tvarem průhybu příze a křivkou elastického nosníku, v případě malého průhybu, ukazuje shodu. Byl zjištěno, že ohybovou tuhost příze lze vypočítat pomocí malých vychylovacích rovnic.

1.3 Metody měření ohybové tuhosti

1.3.1 Statické metody

Metody měření ohybové tuhosti lze rozdělit do dvou skupin: metody statické a metody dynamické [17]. Statické metody stanovení tuhosti v ohybu plošných textilií jsou založeny na víceméně přesném odečtení úhlu ohybu proužku textilie. Tyto metody podávají informaci o okamžité tuhosti plošné textilie [18]. Mezi ně patří:

- 1) z tahového diagramu
- 2) metoda dle SOMMERA
- 3) metoda dle ASTM
- 4) modifikovaná metoda dle SOMMERA
- 5) metoda dle PEIRCE
- 6) metoda dle ČSN 80 0858

1) Metoda měření ohybové tuhosti z tahového diagramu

Teoreticky lze vypočítat tuhost v ohybu z tahové pracovní křivky plošné textilie pomocí Youngova modulu pružnosti a momentu setrvačnosti průřezu textilie podle vztahu [18]:

$$T_{O_teor.} = E \cdot I \quad [\text{N.m}^2] \quad (4)$$

- $T_{O_teor.}$ - teoretická tuhost v ohybu $[\text{N.m}^2]$
 E - Youngův modul pružnosti $[\text{Pa}]$
 I - moment setrvačnosti průřezu textilie $[\text{m}^4]$

pro obdélníkový průřez je odvozeno:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (5)$$

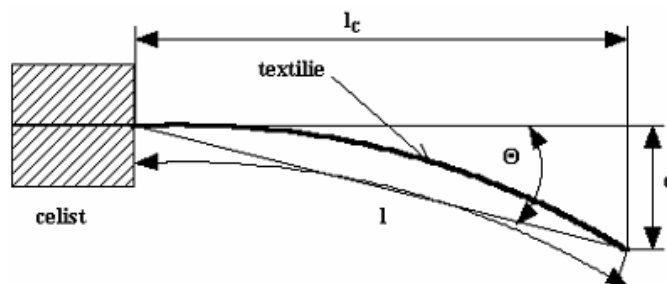
b - šířka proužku textilie $[\text{m}]$

h - tloušťka plošné textilie $[\text{m}]$

Vztah však platí pouze za předpokladu, že textile je útvar homogenní, proto se teoretické hodnoty tuhosti v ohybu liší od hodnot získaných měřením.

2) Metoda dle SOMMERA

Sommerova metoda vychází z ohybu jednostranně vetknutého nosíku, kterým je proužek textilie o délce l $[\text{m}]$, a plošné hmotnosti ρ_s $[\text{kg.m}^{-2}]$. Proužek se ohýbá pod vlastní tíhou tak, že svírá s původním horizontálním směrem Θ $[\text{°}]$, viz obrázek 2.



Obr. 2 Metoda měření tuhosti v ohybu podle SOMMERA [6, s. 47]

Z délky vzorku a úhlu Θ se pak vypočítá ohybová délka c . Tuhost v ohybu je dána vztahem:

$$T_{os} = \rho_s \cdot c^3 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}] \quad (6)$$

T_{os} - je tuhost v ohybu podle Sommera [$\text{kg} \cdot \text{m}$]

ρ_s - je plošná hmotnost [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$]

c - je ohybová délka [m], daná vztahem:

$$c = l * \left(\frac{\cos 0,5\Theta}{8 * \tan \Theta} \right)^{1/3} \quad [\text{m}] \quad (7)$$

Θ - je úhel, který svírá spojnice počátku a konce vetknuté textilie s horizontálním směrem [$^\circ$].

3) Modifikovaná metoda podle Sommera

Modifikace metody podle Sommera spočívá v přepočtu plošné hmotnosti proužku textilie na jeho délkovou měrnou tíhu.

Délkovou měrnou tíhu lze vypočítat ze vztahu:

$$\gamma_l = \frac{G}{l} = \rho_l \cdot g \quad [\text{N} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (8)$$

Tuhost v ohybu lze vypočítat ze vztahu:

$$T_{OG} = \rho_s \cdot b \cdot g \cdot c^3 \quad [\text{Nm}^2] \quad (9)$$

γ_l - je délková měrná tíha proužku textilie [$\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$]¹⁸

G - je tíha proužku [N]

- l - je délka proužku textilie [m]
 ρ_1 - je délková měrná hmotnost [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$] , $\rho_1 = \rho_s \cdot b$ [$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$]
b - je šířka proužku textilie [m]
g - je gravitační zrychlení ($9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ - přibližná hodnota)
c - je ohybová délka [m]

4) Metoda dle ASTM (Cantilever Test)

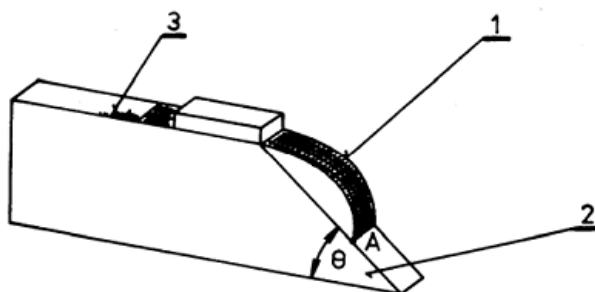
Vychází ze Sommerovy metody. Metoda byla vyvinuta pro posuzování výztužných oděvních textilií (vložek). Pevný úhel náklonu roviny $\Theta = 41,5^\circ$

$$\left(\frac{\cos 0,5\Theta}{8 * \text{tg}\Theta} \right) = \frac{1}{2} \quad (10)$$

$$c = \frac{1}{2} \quad [\text{m}] \quad (11)$$

Měření probíhá následovně: proužek textilie (1) se vysouvá nad šikmou plochu (2) do té doby, než se okraj proužku dotkne nakloněné roviny (bod A), viz obr. 3. Na stupnici (3) se odečte vysunutá délka proužku. Ta se pak dosadí do vztahu pro výpočet c a vypočte se tuhost v ohybu:

$$T_{oc} = \rho_s \cdot \left(\frac{l}{2} \right)^3 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}] \quad (12)$$



Obr. 3 Přístroj pro stanovení tuhosti v ohybu Cantilever test [6, s. 48]

5) Metoda dle PEIRCE

Měření se provádí pomocí vzorku tkaniny, který je složen do smyčky ve tvaru srdce, tím že oba konce vzorku umístí k sobě a zavěsí na vertikální čelisti. Výšku smyčky stanovíme měřením vzdálenosti od bodu zavěšení do spodní části smyčky. Délka ohybu c se pak získává dosazením hodnoty výšky smyčky do následné rovnice:

$$c = l_0 \cdot \frac{\cos \eta}{\tan \eta} \quad [\text{m}] \quad (13)$$

$$\eta = 0,5732 \cdot \frac{l - l_0}{l_0} \quad [-] \quad (14)$$

kde:

l - je délka proužku textilie [m]

l_0 - výška smyčky [m]

Tuhost v ohybu je pak dána:

$$T_{op} = \rho_s \cdot c^3 \quad [\text{kg} \cdot \text{m}] \quad (15)$$

Peirce zjistil, že tato metoda více vyhovuje pro velmi pružné materiály. [15, 17]

6) Metoda dle ČSN 80 0858

Podstata zkoušky a vzorce pro výpočet jsou popsány v normě ČSN 80 0858 [5]. Pro měření ohybové tuhosti byl použit přístroj TH-5, měření přístrojem TH-7 je uvedeno v experimentální části této práce v kapitole 2.

Při sledování tuhosti textilie se vzorek upevněný v čelisti zkušebního přístroje dotýká volným koncem čidla přístroje. Vzorek je namáhán na ohyb otáčením čelisti do výchylky 60° od svislé osy silou, potřebnou pro tuto deformaci zkoušeného vzorku. Konečná hodnota naměřené síly je úměrná dílkům na stupnici. Z každého zkušebního vzorku se připravuje 24 pracovních vzorků, z toho 12 vzorků po líci a 12 vzorků po rubu o rozměrech 2,5 x 5 cm, vždy 6 delší stranou ve směru délky (osnovy) a 6 delší stranou ve směru šířky (útku), z nichž se vždy jeden použije pro předběžnou zkoušku. Přístroj se uvede do činnosti spínačem a sleduje se ukazatel na stupnici do doby samočinného zastavení přístroje a odečítá se maximální dosažená hodnota (F) na stupnici s přesností na 0,5 dílků. Po odečtení se vypnutím spínače vrátí do výchozí polohy.

Tuhost se vypočte dle vzorce:

$$M_o = F_1 \cdot K \quad (16)$$

kde M_o je ohybový moment v [mN.cm] pro šířku vzorku 1 cm, K je konstanta, která vypočítá dle vztahu:

$$K = \frac{l}{b} \quad (17)$$

kde l je délka měřeného vzorku při výchylce 60°C od hrany čelisti k čidlu zkušebního přístroje ($l = 1,51$ cm), b je pracovní šířka vzorku. Hodnota síly F je vyjádřena v [N].

1.3.2 Dynamické metody

Pro zjišťování změny tuhosti v ohybu během namáhání, např., při nošení oděvu, bychom použili některou z dynamických metod zjišťování tuhosti v ohybu textilií [18].

Dynamické metody se dělí na:

- 1) metoda dle SCHIEFFERA;
- 2) metoda dle BEKKA.

1) Metoda podle SCHIEFFERA (Schiefferův flexometr)

Pomocí flexometrů se dá hodnotit práce potřebná k ohybu materiál, odolnost vůči ohybu a hystereze ohybu tkaniny, papíru, gumového materiálu a podobně. Dva zkušební vzorky jsou umístěny v opačných úhlech tvořených dvěma svislými protínajícími se deskami. Jeden z konců vzorku je upnut v nepohyblivém rameni a druhý v otočném. Dále se vzorky skládají mezi deskami pod různými úhly. Měří se práce vnitřních sil po odlehčení a pracovní ztráta. Tuhost v ohybu je vyjádřena vztahem:

$$T_{OF} = M_o \cdot \rho \quad [N.m^2] \quad (18)$$

M_o - ohybový moment

ρ - je poloměr křivosti vzorku textilie [17, 19]

2) Metoda podle BEKKA

Tato metoda je používána pro výztužné oděvní textilie, podlepené textilie apod. Zkoumáme jí únavový režim zatěžování vzorku textilie, který je upraven do tvaru proužku. Tento proužek je cyklicky zatěžován stlačováním, tím se stanoví síla F_p jako síla odporu proti stlačování [17].

1.4 Metody měření mačkavosti

Ve své práci ing. Bohuslav Sochor rozděluje metody měření mačkavosti tkanin na čtyři skupiny [20, s. 188-189], a to:

- 1) Vizuální stanovení
- 2) Měření vzdáleností okrajů
- 3) Úhlové metody
- 4) Speciální metody

1) Vizuální stanovení mačkavosti

K těmto metodám patří: metoda zmačkání v ruce, fotografická metoda a metoda zkoušení nemačkavosti na přístroji Celanese Wrinkle Tester. Tyto metody jsou založeny na subjektivním pozorování tkanin po zmačkání, mačkavost tkanin posuzují a hodnotí pouze vizuálně. Metody jsou vyloučeny z používání při práci v laboratoři a zkušebních ústavech, protože nejsou reprodukovatelné a nemají možnost číselného vyjádření.

2) Měření vzdáleností okrajů

Metody měření vzdáleností okrajů, tak zvané harmonikové vyjadřují změny vzdálenosti okrajů zkoušeného proužku tkaniny před a po zmačkání. Princip těchto metod spočívá v tom, že proužek tkaniny se naskládá do harmoniky, při skládání proloží destičkami o předepsané síle a zatíží. Mezi tyto metody řadíme: Fischerův, Tootal, American Standart Minimum Requirements a arnicková metoda. Nevýhodou harmonikových metod je jejich malá rozlišovací schopnost a citlivost, a nutnost složitého, velmi přesného a pečlivého skládání tkaniny.

3) Úhlové metody

Úhlové metody patří mezi nejrozšířenější. Od začátku tyto metody byly zlepšovány a modifikovávány. Mačkavost měří pomocí úhlu, který se vytvoří po odstranění zatížení mezi rameny zkoušeného vzorku textilie zatíženého po stanovenou dobu [21]. Mezi tyto způsoby patří: Maďarský přístroj Izmay-Zilles a přístroj T.K.I., přístroj Wrinkle Recovery Tester, Rolle metody, měření úhlu zotavení pomocí normy ČSN 80 0819. Dále uvádíme některé ze způsobů měření:

Wrinkle Recovery Tester. Měření na přístroji provádí tak, že se nejprve vzorek ve zvláštním zařízení přeloží a pak zatíží po dobu 5 min. Volné rameno vzorku zaujímá svislou polohu a tím se eliminuje váha materiálu, čehož se dosáhne natáčením kruhového nosiče. Zvláštní ukazatel označí velikost úhlu. Tento přístroj umožňuje měření tkanin různé váhy.

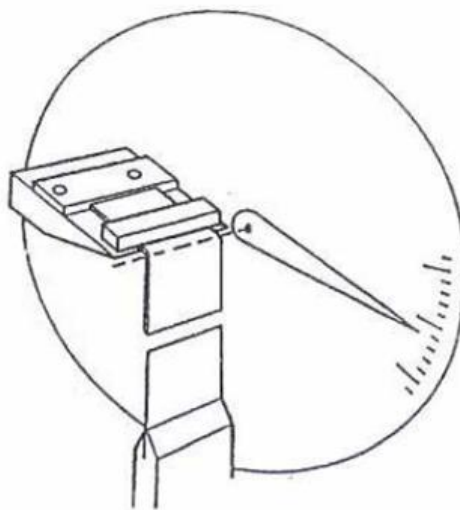
Přístroj T.K.I. Zkoušený vzorek materiálu se umístí na přístroje horizontálně, a tím se eliminuje váha ramena vzorku. Po dobu 20 minut vzorek se zatěžován přtlakem 3 kg pomocí pákového systému. Za 30 minut po uvolnění tlaku pomocí úhlooměru a lupy se odečítá úhel mezi rameny vzorku. Díky tomu, že měřicí zařízení je umístěno pod krytem z plexiskla, jsou odstraněny vnější rušivé elementy.

ČSN 800819 - Zkoušení mačkavosti tkanin

Mačkavost lze hodnotit na základě stanovení úhlu zotavení pomocí ČSN 800819. Podstata zkoušky spočívá v měření vzorku textilie po zatížení po dobu 60 minut. Zkušební vzorek o rozměrech 50 x 20 mm. se skládá a zatíží závažím o hmotnosti 1000 g. Po odstranění závaží se vzorek nechá relaxovat a po 60 minutách se měří úhel zotavení [21]. Tato norma byla nahrazena ČSN EN 22 313 (800820).

Podle ČSN EN 22 313 se měří vzorek textilie o délce 40 mm a šířce 15 mm [22]. Vzorek se zátíží 1000 g závažím po dobu 5 min. Po odstranění zatížení se vzorek pomocí pinzety opatřené přemístí do držáku vzorku zkušebního přístroje, viz obr. 4, aby nebyl deformován úhel zotavení. Po dobu, kdy je vzorek v držáku, se zkušební přístroj nastaví tak, aby volné rameno tkaniny bylo stále ve svislé poloze. Vzorek se nechá během 5 minut volně zotavit a pak se měří úhel zotavení. Od předchozí normy 800819

se liší doba zatěžování, doba zotavení a poloha vzorku při měření úhlu zotavení. Ta odstraňuje vliv hmotnosti textilie na výsledku měření.



Obr. 4 Přístroj pro měření úhlu zotavení dle ČSN EN 22 313 [22]

4) Speciální metody

Speciální metody stanovují elasticnost, tuhost, plastickou deformaci, pružnost v ohybu a jiné fyzikálně mechanické vlastnosti tkaniny. K speciálním metodám patří: saxlova metoda podle které se měří tuhost nebo elasticnost tkaniny, margolinova metoda která měří šířku smyčky složené tkaniny před a po zkoušce a z poměrů obou hodnot se vypočítá součinitel mačkovosti K_s , metoda měření pomocí flexometrů zajišťuje tuhost textilie a pružnost v ohybu, metoda měření AKU pomocí dutého válce. Tato metoda stanoví odolnost proti tvoření skladů a lomů vlivem působení zatížení na elementární vzorek plošné textilie svinutý do tvaru dutého válce a hodnotí jeho vnější vzhled porovnáním s trojrozměrnými etalony. Tento způsob měření byl stanoven ČSN 80 0871, která byla zrušena bez náhrady. [23]

2 Experimentální část

Cílem experimentální části bakalářské práce bylo hodnocení ohybové tuhosti a mačkovosti šatových bavlněných textilií a rezných bavlněných textilií. Byl řešen vliv směru na ohybové vlastnosti textilií, tedy na anizotropii. Měření bylo provedeno na přístroji TH-7 na katedře hodnocení textilií za pomoci Ing. Ludmily Fridrichové Ph.D. a na přístroji KES (Kawabata Evaluation System) na katedře oděvnictví. Výsledné hodnoty ohybových tuhostí z přístroje KES mi byly poskytnuty vedoucí práce. Anizotropie ohybové tuhosti byla dále srovnávána s anizotropií úhlu zotavení (mačkovosti) vybraných textilií. Charakteristika použitých materiálů

Pro experimentální část bylo použito 5 druhů šatových textilií, to jsou B24, B25, B26, B27, B28, viz příloha č. 1 b. Použité materiály jsou vyrobeny ze 100 % bavlny a mají plátňovou vazbu. V tabulce 1 jsou stručně popsány vzorky použitých materiálů. Další materiály, které byly zahrnuty do experimentu, jsou rezné textilie. Tyto textilie jsou označeny písmenkem M a jejich charakteristika je daná v tabulce 2. Všechny materiály mají stejné materiálové složení – 100 % bavlna, a stejnou dostavu osnovy (Do), jelikož materiály M33, M37, M41, M45 jsou v plátňové vazbě, a M36, M40, M44, M48 v keprové, viz příloha č. 1a.

Tab. 1 Charakteristika hodnocených materiálů, šatové textilie

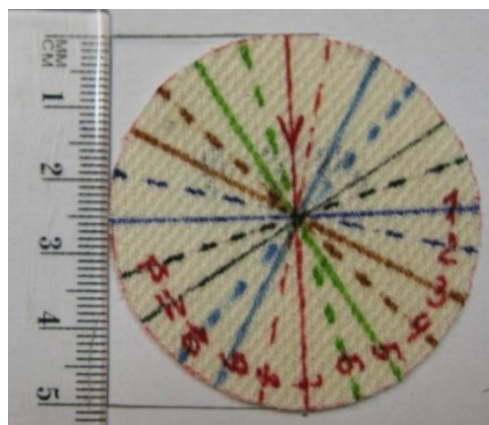
| Označení vzorků | Vazba tkaniny | Vzor textilie | Materiálové složení | Dostava osnovy (nití/10cm) | Dostava útku (nití/10cm) | Měrná plošná hmotnost (g/m ²) |
|-----------------|---------------|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|---|
| B 24 | plátno | potisk | 100% CO | 372 | 237 | 67,4 |
| B 25 | plátno | potisk | 100% CO | 263 | 238 | 149,7 |
| B 26 | plátno | potisk | 100% CO | 330 | 253 | 115,4 |
| B 27 | plátno | potisk | 100% CO | 260 | 227 | 141,2 |
| B 28 | plátno | potisk | 100% CO | 422 | 337 | 75,8 |

Tab. 2 Charakteristika hodnocených materiálů, rezné textilie

| Označení vzorků | Vazba tkaniny | Materiálové složení | Dostava osnovy (nití/10cm) | Dostava útku (nití/10cm) | Měrná plošná hmotnost (g/m^2) |
|-----------------|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|--|
| M 33 | plátno | 100% | 240 | 240 | 181,9 |
| M 37 | plátno | 100% | 240 | 220 | 171,7 |
| M 41 | plátno | 100% | 240 | 200 | 166,1 |
| M 45 | plátno | 100% | 240 | 180 | 158 |
| M 36 | Kepr 1/4 | 100% | 240 | 240 | 175,2 |
| M 40 | Kepr 1/4 | 100% | 240 | 220 | 168,5 |
| M 44 | Kepr 1/4 | 100% | 240 | 200 | 160 |
| M 48 | Kepr 1/4 | 100% | 240 | 180 | 152,9 |

2.1 Princip měření ohybové tuhosti na přístroji TH-7

Před samotným experimentem byly vzorky tkanin vyprány, usušeny a vyžehleny na mandlu. Z každé tkaniny bylo vytvořeno 5 kruhových vzorků o průměru 5 cm. Příprava vzorků probíhala následovně: podle niti osnovy byly na tkanině nejprve označeny dva obdélníky, jeden o velikosti 5x15 cm, a druhý 5x10 cm. Po vystřížení, byl každý obdélník rozkreslen na čtverce o velikosti 5x5 cm. Dále byl do každého čtverce podle šablony vkreslen kruh o průměru 5 cm. Šablona vzorku obsahuje směrovou růžici, rozdělenou na 24 úhlů po 15° (od 0° do 345°). Viz šablony představen na obr. 5. Tato růžice byla rýsována do každé kružnice vzorků textilie, viz obr. 6. Červenou tužkou byl naznačen směr osnovy a modrou směr útku. Osy kružnice, podle kterých se provádí měření, jsou označeny pořadovými čísly od 1 do 12. Podle těchto linií byl vzorek vložen do čelisti přístroje a následovně ohýbán. Na každém vzorku bylo z rubové strany napsáno označení materiálu a pořádkové číslo vzorku od 1 do 5.

*Obr. 5 Šablona**Obr. 6 Vzorek M 36 viz s lící strany*

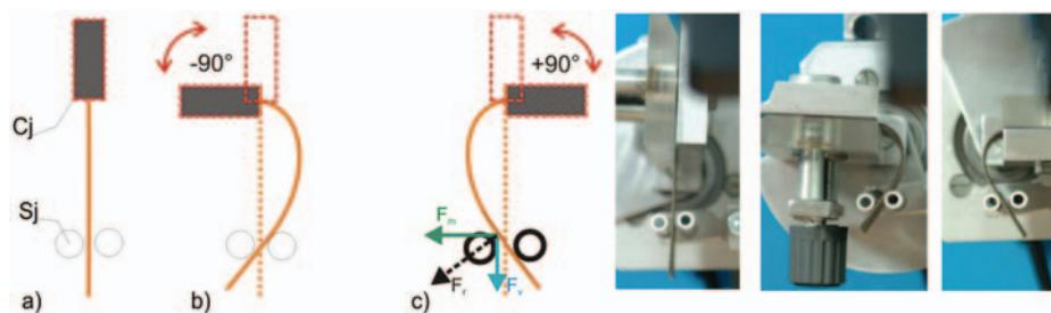
2.2 Metoda měření na přístroji TH-7

Přístroj TH-7 vznikl inovací modelu TH-5, jak uvádí Fridrichová [7], na kterém bylo možné měřit pouze obdélníkové vzorky o velikosti 2,5 x 5 cm. Na přístroji TH-7 lze měřit ohybovou sílu kruhových, obdélníkových a čtvercových vzorků o různé šířce, maximálně 5 cm. Tento přístroj byl konstruován především pro měnění textilií plošných i délkových, ale umožňuje i proměření netextilních materiálů, jako jsou membrány, folie, papír. Přístroj TH-7 propojený s počítačem ukazuje obrázek 7.

*Obr. 7 Přístroj TH-7 připojený k počítači [2, s.25]*

Pro měření byl použit rozsah ohybové tuhosti 400 mN, rychlost otáčení čelisti 20 otáček/min. Měření bylo provedeno za klimatizovaných podmínek podle normy ČSN800858 pro přístroj TH-5, tedy cca 21°C, relativní vlhkost vzduchu do 35 %.

Přístroj má otočnou upínací čelist, která se otáčí do obou směrů, a tím umožňuje vykreslit celou hysterezní smyčku ohybu. Snímací čelist má tvar písmene U. Ohybovou sílu je možné snímat v obou směrech: líc-líc, rub-rub. Schéma a fotografie ohýbání vzorku na přístroji je vidět na obrázku 8. Na obrázku a) se vzorek nachází v nulové poloze. Na obrázku b) je vzorek otočen do polohy $+90^\circ$ líc-líc, a na obrázku c) vzorek otočen do polohy -90° rub-rub.

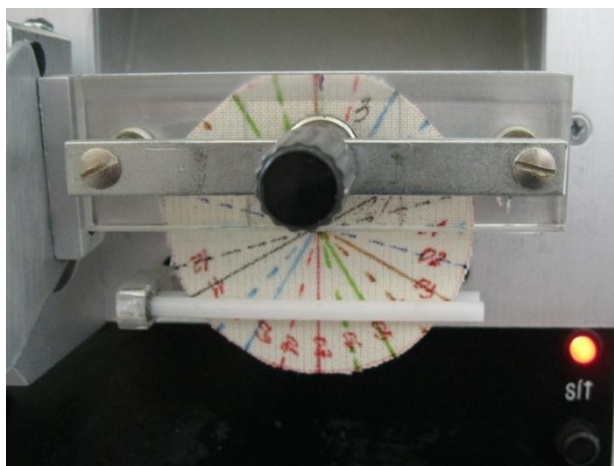


Obr. 8 Schéma a fotografie ohýbání vzorku na přístroji TH7. Cj- upínací čelist, Sj- snímací čelist, snímá ohybovou sílu F_m ($F_m = F_h$ – vodorovná složka síly, F_r – výsledná síla, F_v – svislá síla) [7, s. 885]

Pro získání přesnějších údajů bylo nastaveno maximálně možné číslo automatického ohýbání cyklu, a to 10, ze kterého se zaznamenávaly hodnoty každého cyklu a konečná průměrná hodnota.

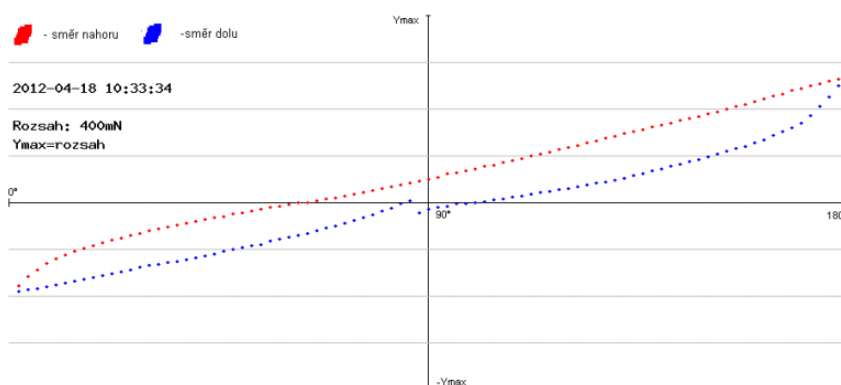
2.3 Postup měření

Vzorek byl upnut do čelisti podle nakreslené linie, viz obr. 9. Upnutí po linii 1 označuje, že vzorek je umístěn ve směru útku $90^\circ/270^\circ$, naopak upnutí vzorku podle linie 7 znamená, že vzorek je umístěn ve směru osnovy $0^\circ/180^\circ$.



Obr. 9 Vzorek upnutý do čelisti přístroje ve směru útku $90^\circ/270^\circ$ po linii 1

Zmáčknutím tlačítka *s/t* se přístroj zapne. Na monitoru počítače zmáčkne inicializaci, a tím se nastaví počáteční hodnoty přístroje. Dále vybereme počet cyklů ohybů, pak načteme graf a zmáčkne start měření. Ve spodní části obrazovky se ukazuje aktuální měření. Po skončení 10 cyklů ohybu se nastaví průměr, tím dostaneme výpočet střední hodnoty a na obrazovce počítače se zobrazí hysterezní křivka, viz obr. 10. Naměřená data jsou ukládána do programu Microsoft Office Excel 2007, ve formátu cvs, a zároveň do souboru grafického png. [7]. Po skončení měření ve všech 12 směrech u jednoho vzorku, následuje vypnutí přístroje, výměna vzorků a celý proces se opakuje.



Obr. 10 Hysterezní křivka [24, s.46]

Dále se práce pohybovala mezi dvěma tabulkami Microsoft Office Excel. Pro tuto práci byly vzaty hodnoty naměřené po každých 15 stupních v poloze 0° a 180° a překopírovány do nové tabulky Microsoft Office Excel. Pak byla spočítána průměrná

hodnota ohybové síly z pěti měření. Průměrné hodnoty pak byly zahrnuty do nové tabulky Microsoft Office Excel a to zvláště pro rezné textilie v plátňové vazbě, rezné textilie v keprové vazbě a pro šatové textilie. Byla zpracována základní statistika, a to průměr, směrodatná odchylka, variační koeficient, viz přílohy č. 2, č. 3, č. 4. Na základě průměrných hodnot z naměřených výsledků byl pro každý vzorek materiálu vytvořen polární diagram anizotropie ohybové síly.

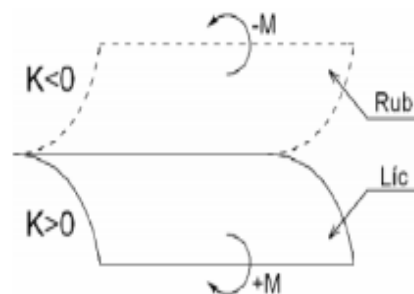
2.4 Princip měření ohybové tuhosti na přístroji KES- FB2

Systém KES (Kawabata Evaluation System) vyvinutý prof. Kawabatou tvoří sada čtyř přístrojů, které měří 15 charakteristik plošných textilií v rozsahu běžného namáhání oděvních textilií pro nošení. Měření lze rozdělit do pěti skupin: tahové, smykové, ohybové, objemové, povrchové a konstrukční [25].

Přístroj KES FB2, viz obr. 11, je vybaven dvěma čelistmi vzdálenými od sebe 10 mm, mezi které se vkládá vzorek. Pro správné uložení vzorku je přístroj opatřen optickými čidly, které upozorní na případné nesprávné uložení vzorku. Poté, co je přístroj spuštěn, je vzorek uchycený mezi čelistmi ohýbán do určitého zakřivení K , maximálně $\pm 2,5 \text{ cm}^{-1}$. Ohybová rychlost je $0,5 \text{ cm}^{-1}/\text{s}$. Ohybové vlastnosti jsou proměřovány ve směru útku a osnovy po lící i rubové straně, viz. obr.12. Přístroj je přímo propojen s počítačem, a data jsou hned ukládána do PC [24].



Obr. 11 Přístroj KES-FB 2 [24, s.30]

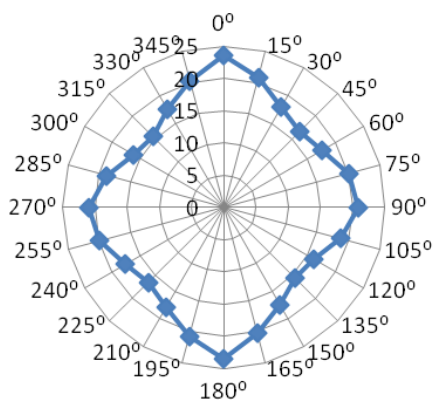


Obr. 12 Ohyb textilie na KES FB2 [24, s.31]

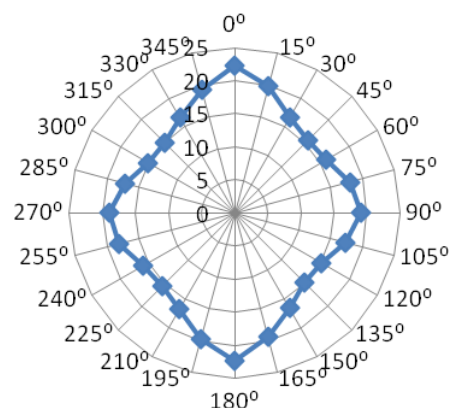
Na přístroji KES-FB 2 byly proměřeny vzorky o průměru 20 cm, měření bylo provedeno po každých 15° . Pro tuto práci byly použity výsledné hodnoty naměřené u vzorků rezných textilií M33, M37, M41, M45, M36, M40, M44, M48

3 Vyhodnocení anizotropie ohybové tuhosti plošných textilií

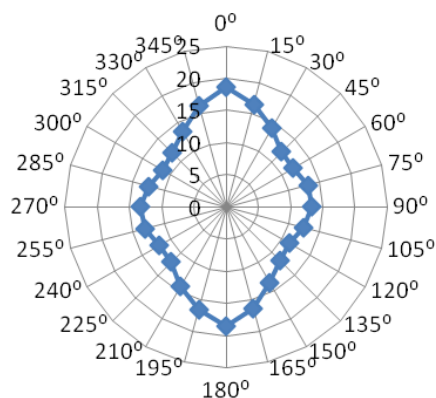
Do experimentu byly zahrnuty různé textilie v plátňové vazbě a různé textilie v keprové vazbě. Na obrázcích 13, 14, 15, 16 jsou představeny polární diagramy ohybové tuhosti vzorků různých textilií M33, M37, M41, M45. Všechny vzorky jsou v plátňové vazbě, mají stejnou dostavu osnovy, liší se jenom dostava útku. Z obrázků polárního diagramu, obr. 17, je patrné, že všechny vzorky ve směru osnovy $0^{\circ}/180^{\circ}$ vykazují nejvyšší hodnoty ohybové tuhosti. Naopak v diagonálních směrech tyto vzorky mají nižší ohybovou tuhost, to svědčí o anizotropním chování ohybové tuhosti. U těchto vzorků bylo možné sledovat vliv zmenšující se dostavy na anizotropní chování. Se zmenšujícím se počtem útkových nití oproti osnovním, se tvar polárního diagramu zplošťuje, a průměrné hodnoty ohybové síly klesají ve všech směrech. Naopak vzorky materiálů, u kterých se dostava útkových nití blíží k dostavě osnovních nití, mají průměrné hodnoty ohybové síly větší. Z výsledného diagramu, je patrné, že největší vliv dostavy na ohybovou sílu se projevil ve směru útku $90^{\circ}/270^{\circ}$, kde rozdíl mezi největší a nejmenší hodnotou ohybové síly byl 46,6 %. V osnově tento rozdíl činil 31,7 %, v diagonálních směrech byl největší rozdíl 33,4 %.



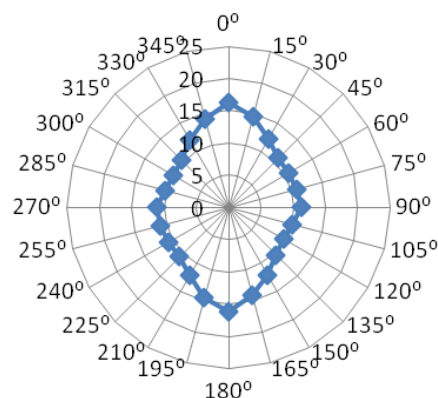
Obr. 13 Anizotropie ohybové síly vzorku M33 ($Dú=240n/10cm$)



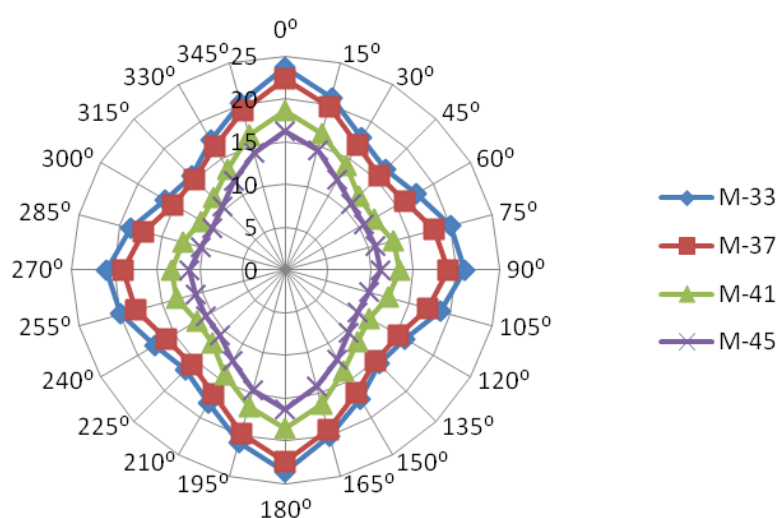
Obr. 14 Anizotropie ohybové síly vzorku M37 ($Dú=220n/10cm$)



Obr. 15 Anizotropie ohybové síly vzorku M41 ($D_u = 200 \text{ n/10cm}$)

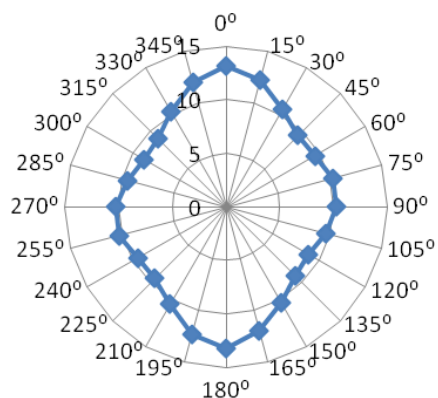


Obr. 16 Anizotropie ohybové síly vzorku M45 ($D_u = 180 \text{ n/10cm}$)

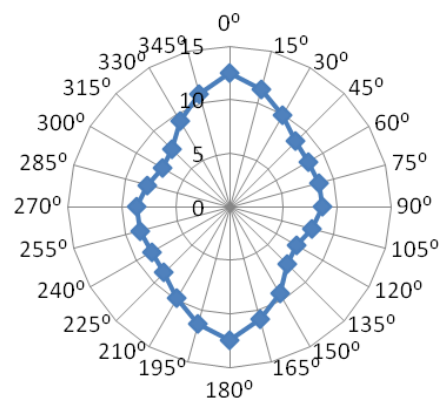


Obr. 17 Polární diagram porovnání průměrné ohybové síly zkoušených vzorků řezné textilie v plátňové vazbě

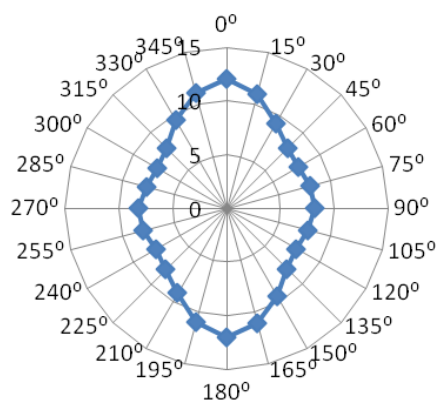
Dalším parametrem ovlivňujícím anizotropii ohybové tuhosti je vazba materiálu. Z experimentálních výsledků vyplynulo, že vazba materiálu má značný vliv na ohybovou sílu. Toto je možné pozorovat na obrázcích 18, 19, 20, 21, na kterých jsou polární diagramy ohybové síly rezných textilií v keprové vazbě. Je vidět, že keprová vazba 1/4, díky volnějšímu provázání nití ve všech směrech dosahuje menší hodnoty ohybové síly než textilie v plátňové vazbě, viz obr. 22. Stejně jako i u textilie v plátňové vazbě, ve směru osnovy $0^\circ/180^\circ$, je ohybová síla nejvyšší. Nejnížší ohybová síla byla v úhlopříčném směru $120^\circ/330^\circ$. Přičemž s klesajícím počtem útkových nití oproti osnovným, rozdíl mezi F_m ve směru osnovy $0^\circ/180^\circ$ u vzorku M 36 $D_u = 240 \text{ n/10 cm}$ i vzorku M 19 $D_u = 180 \text{ n/10 cm}$ je 11,2 %, ve směru útku byl tento rozdíl roven 36%.



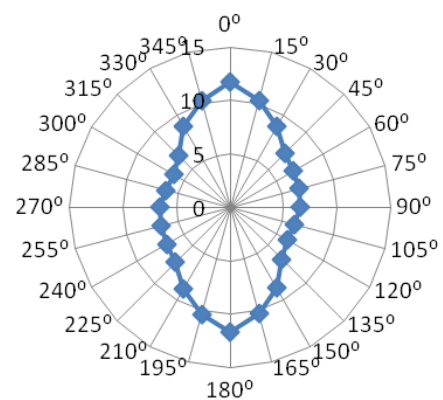
Obr. 18 Anizotropie ohybové síly vzorku M36 ($Dú = 240 \text{ n/10mm}$)



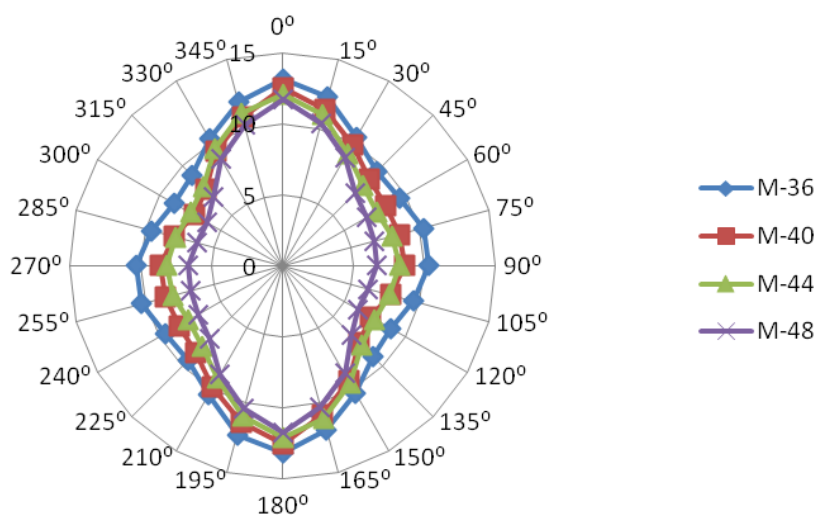
Obr. 19 Anizotropie ohybové síly vzorku M40 ($Dú = 220 \text{ n/10mm}$)



Obr. 20 Anizotropie ohybové síly vzorku M44 ($Dú = 200 \text{ n/10mm}$)

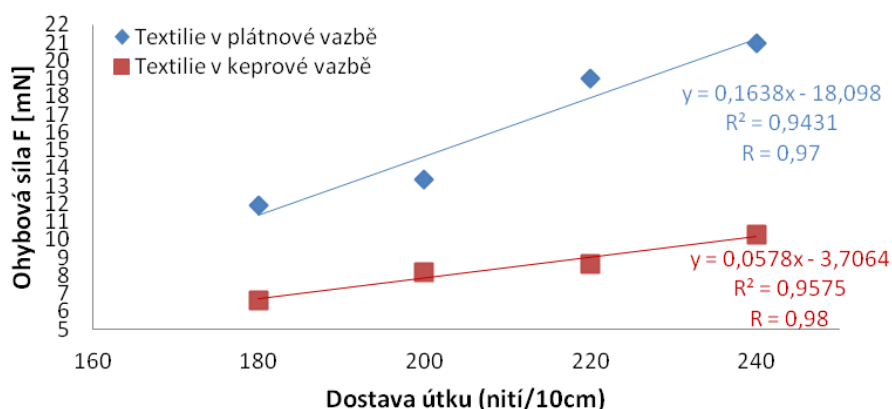


Obr. 21 anizotropie ohybové síly vzorku M48 ($Dú = 180 \text{ n/10mm}$)



Obr. 22 Polární diagram porovnání průměrné ohybové síly zkoušených vzorků řezné textilie v keprové vazbě

Pro porovnání naměřených hodnot vzorků rezných textilií v plátňové vazbě a keprové vazbě byla zvolena korelační analýza pomocí regresní lineární křivky. V následujícím grafu, viz obr. 23, je znázorněn vztah mezi ohybovou silou a dostavou materiálu. Z grafu a výsledných hodnot vyplývá, že vzorky materiálu v plátňové vazbě, na rozdíl od keprové, mají výrazně větší hodnoty ohybové síly. Korelační koeficient u vzorků v plátňové vazbě činil $R = 0,97$, u vzorků v keprové vazbě byl $0,98$, což svědčí o vysoké kladné lineární závislosti ohybové síly na dostavě materiálu. Procentuální rozdíly mezi ohybovou silou $F_{\text{osnovy, útku [mN]}}$ textilie v keprové vazbě a $F_{\text{osnovy, útku [mN]}}$ textilie v plátňové vazbě lze vidět v tabulce 3. Z výsledků vyplývá, že největší hodnoty ohybové síly u materiálů jak v plátňové tak i v keprové vazbě byly naměřeny ve směru osnovy. Největší rozdíl ohybové síly [%] mezi plátňovou a keprovou vazbou dosahoval 54,7% u materiálu s dostavou útku 220 n/10cm. Pro přehled byly do přílohy č. 5 zahrnuty histogramy výsledných hodnot ohybové síly vzorků textilií v plátňové a keprové vazbě.

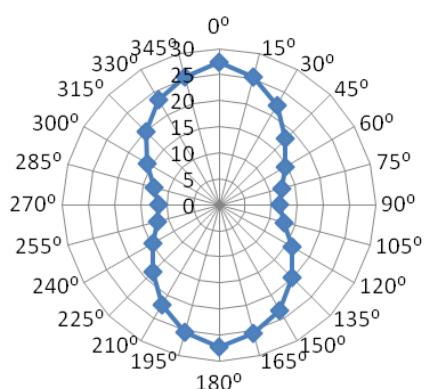


Obr. 23 Vztah mezi ohybovou silou a dostavou materiálů v plátňové a keprové vazbě

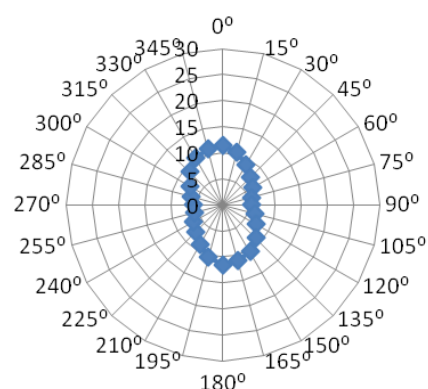
Tab. 3 Procentuální pokles ohybové síly textilií v plátňové a keprové vazbě

| | F [mN] | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | Dú=240n/ 10 cm | Do=240n /10 cm | Dú=220n /10 cm | Do=240n /10 cm | Dú=200n /10 cm | Do=240n /10cm | Dú=180n /10 cm | Do=240n /10cm |
| Kepr | 10,306 | 13,162 | 8,622 | 12,482 | 8,194 | 12,048 | 6,596 | 11,694 |
| Plátno | 20,932 | 23,588 | 19,02 | 22,322 | 13,35 | 18,552 | 11,186 | 16,236 |
| $\Delta F[\text{mN}]$ | 10,626 | 10,426 | 10,398 | 9,84 | 5,156 | 6,504 | 4,59 | 4,542 |
| $\Delta F [\%]$ | 50,8 % | 44,2 % | 54,7% | 44% | 38,6% | 35% | 41% | 28% |

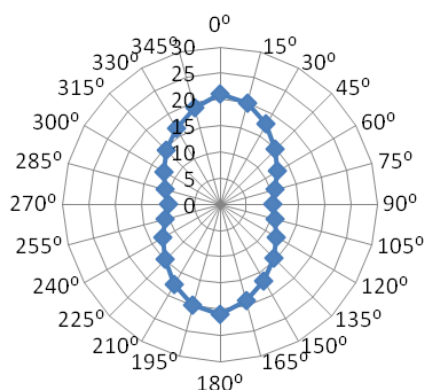
V této práci bylo anizotropní chování pozorováno nejenom u režných textilií, ale i u šatových textilií. Jak ukazují následující polární diagramy, viz obr. 24, 25, 26, 27, největší hodnoty ohybové síly u šatových textilií, na rozdíl od režných, byly získány ve směru osnovy $0^{\circ}/180^{\circ}$ a dosahovaly nejnižších hodnot ohybové tuhosti ve směru útku $90^{\circ}/270^{\circ}$. Ve směru útku naopak měla ohybová síla nižší hodnoty, což svědčí o anizotropním chování. Výjimku tvořil vzorek materiálu B 24, který ve všech směrech prokázal velmi nízkou ohybovou sílu. Nejvyšší byla ohybová tuhost ve směru osnovy $0^{\circ}/180^{\circ}$ a nejnižší v diagonálním směru $120^{\circ}/300^{\circ}$. Při zvětšení obrázku je možné vidět, že tvar polárního diagramu je podobný jako u vzorků režné textilie. Působení různých úprav na materiál, v daném případě potisk, vysvětluje snížení hodnot ohybové síly, čímž vykazuje chování shodné s chováním vzorků režných textilií, viz obr. 28. Výsledný polární diagram ohybové síly všech zkoušených vzorků šatových textilií je vidět na obrázku 29.



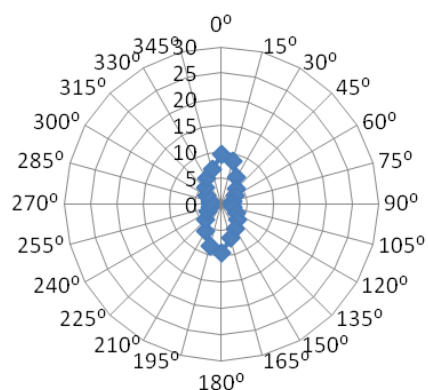
Obr. 24 Anizotropie ohybové síly
vzorku šatové textilie B25



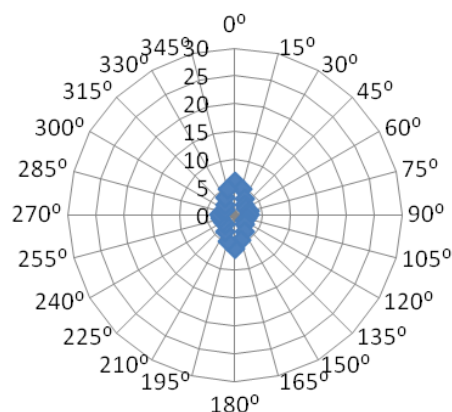
Obr. 25 Anizotropie ohybové síly
vzorku šatové textilie B26



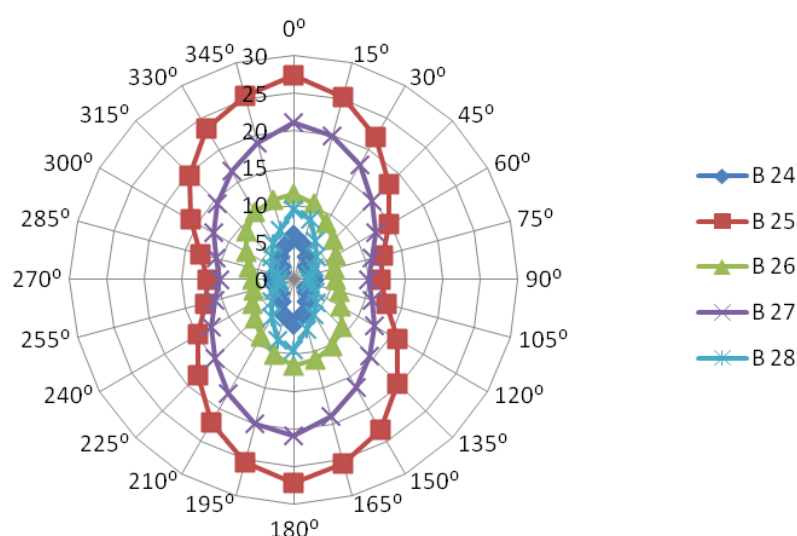
Obr. 26 Anizotropie ohybové síly
vzorku šatové textilie B27



Obr. 27 Anizotropie ohybové síly
vzorku šatové textilie B28



Obr. 28 Anizotropie ohybové síly vzorku šatové textilie B24



Obr. 29 Polární diagram průměrných hodnot ohybové síly zkoušených vzorků šatových textilií

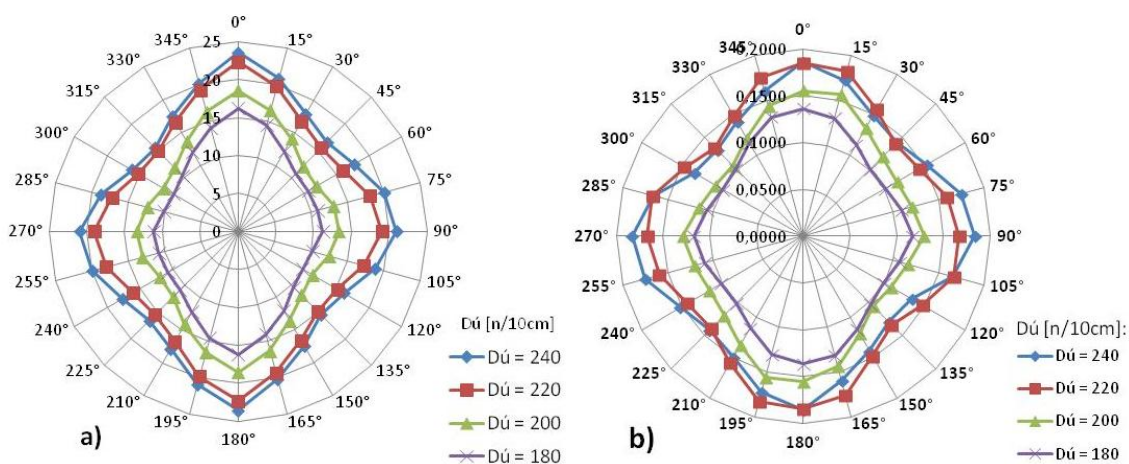
Dílčí závěr:

U obou skupin materiálů bylo prokázáno, že jak rezné textilie tak i šatové měly sklon k anizotropnímu chování, i když šatové textilie mají na povrchu různé finální úpravy, v našem případě potisk. Ohybová síla ve směru osnovy byla větší než ve směru útku, jak u vzorků rezných textilií v plátňové vazbě a keprové vazbě, tak i u šatových textilií, a tím byl potvrzen předpoklad, který vychází z podstaty tkání, že osnova bude pevnější a tím pádem bude mít i větší ohybovou tuhost. Osnovní niti mají větší napětí, jsou pevnější, aby vydržely proces tkání, a proto budou mít větší ohybovou tuhost [2]. Bylo prokázáno, že jak dostava materiálu, tak i vazba, ovlivňují anizotropii ohybové tuhosti. Avšak dostava materiálů příliš neovlivňovala tvar polárního diagramu, ten se neustále kopíroval, ale ovlivňovala hodnotu ohybové síly. Nejvíce se to projevilo u

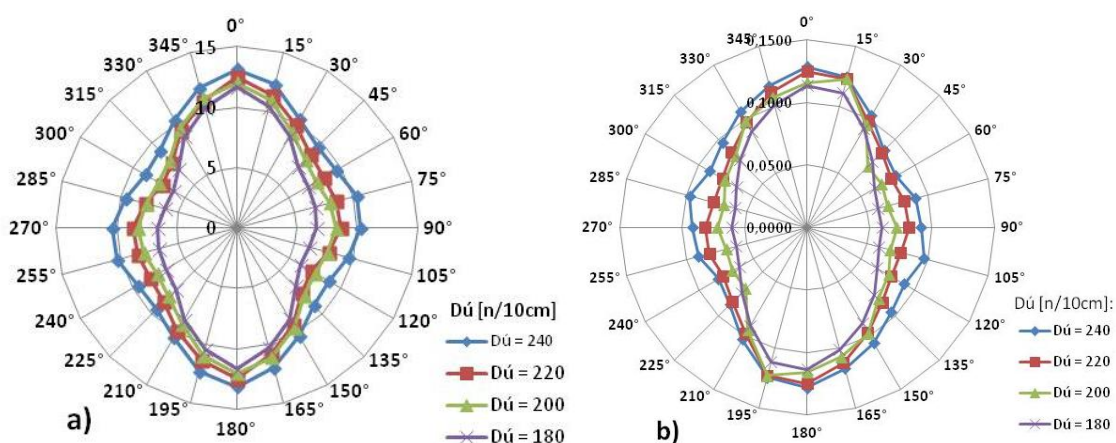
režné textilie v plátňové vazbě ve směru osnovy a útku, u textilií v keprové vazbě ve směru útku a v úhlopříčných směrech. Materiály v keprové vazbě měly výrazně nižší hodnoty ohybové tuhosti jak ve směru osnovy, tak i ve směru útku, na rozdíl od plátňové vazby, což u vazby kepr 1/4 lze vysvětlit volnější strukturou materiálu.

3.1 Porovnání metodik měření ohybové síly na přístroji TH-7 a ohybové tuhosti na přístroji KES-FB2

Ze začátku je třeba říci, že výstupní hodnotou z přístroje TH-7 je ohybová síla F_m [mN], z KES-FB 2 po měření získáme ohybovou tuhost B [Nm^2/m]. Pro následné porovnání těchto hodnot je nutné ohybovou sílu F_m [mN] přepočítat na hodnotu ohybové tuhosti B [Nm^2/m] tím, že F_m vynásobíme konstantou $k = 0,0334$ [7]. Měřením na přístrojích KES-FB 2 bylo ověřeno, že režné textilie v plátňové a keprové vazbě mají sklon k anizotropnímu chování. Výsledné polární diagramy z měření režných textilií v plátňové vazbě na přístrojích TH-7 a KES-FB 2 lze vidět na obrázcích 30 a), b), v keprové vazbě na obrázcích 31 a), b). Tady můžeme pozorovat, že diagramy získané z měření na obou přístrojích mají podobný tvar. Avšak v jednotlivých směrech byla ohybová síla, měřená na přístroji KES-FB 2 u vzorku M 37, ($D_u = 220/\text{n}10\text{cm}$, červená linie) větší, než u vzorku M 33 ($D_u = 240/\text{n}10\text{cm}$, modrá linie), což při měření na přístroji TH-7 nebylo. Toto je možné vysvětlit třeba různou velikostí zkoušených vzorků materiálů: na přístroji TH-7 se měřily vzorky o průměru 5 cm, a na přístroji KES-FB2 o průměru 20 cm a nebo chybou při měření. U textilie v keprové vazbě lze také sledovat rozdíly při měření v jednotlivých směrech. Ve směru $105^\circ/285^\circ$ u vzorku M36 ($D_u = 240/\text{n}10\text{cm}$, modrá linie) byla ohybová tuhost větší než ve směru útku $90^\circ/270^\circ$. Vzorek M44 ($D_u = 200/\text{n}10\text{cm}$, zelená linie) po pootočení o 15° doprava od směru osnovy ukazoval nejvyšší hodnotu ohybové síly když při měření na přístroji TH-7 všechny vzorky měly nejvyšší ohybovou sílu ve směru osnovy $0^\circ/180^\circ$. Všechny diagramy ohybové síly z přístroje TH-7 a ohybové tuhosti z přístroje KES-FB 2 jsou uvedeny v příloze č.6.



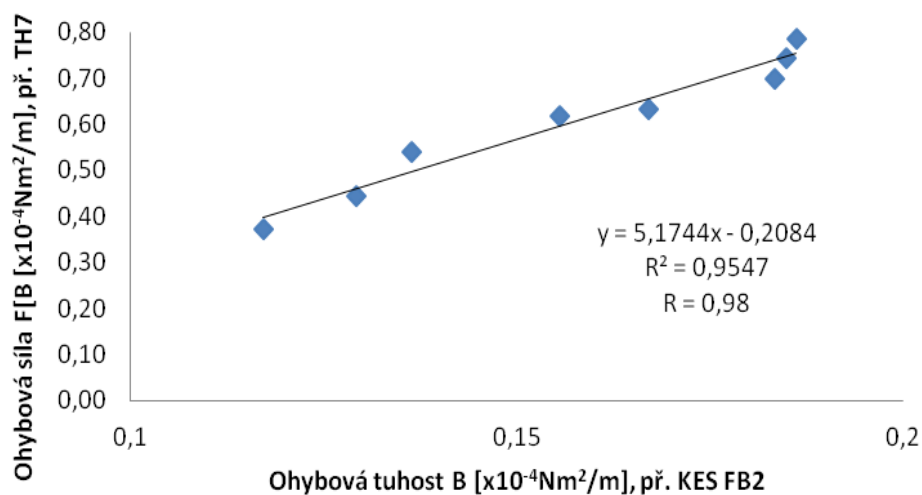
Obr. 30 Polární diagram výsledných hodnot pro textilie v plátové vazbě: a) průměrné hodnoty ohybové síly F [mN], měření na př. TH-7; b) průměrné hodnoty ohybové tuhosti B [Nm²/m], měření na př. KES-FB 2



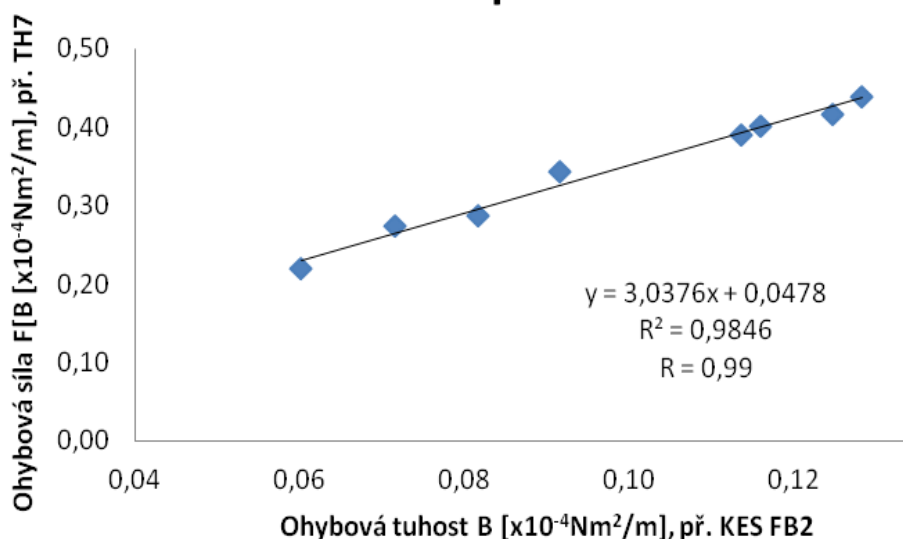
Obr. 31 Polární diagramy výsledných hodnot pro textilie v keprové vazbě: a) průměrné hodnoty ohybové síly F [mN], měření na př. TH-7; b) průměrné hodnoty ohybové tuhosti B [Nm²/m], měření na př. KES-FB 2

Pro porovnání hodnot ohybové tuhosti vzorků měřených na obou přístrojích byly výsledky získané při měření ve směru osnovy a ve směru útku podrobeny korelační analýze, viz obr. 32 a, b. Korelační koeficient pro ohybovou tuhost textilie v plátové vazbě je 0,98, u textilie v keprové vazbě dosahoval korelační koeficient 0,99, což ukazuje velkou závislost mezi těmito hodnotami, i když vzorky materiálů jsou jiných rozměrů a dokazuje, že hodnoty měřené na přístroji TH-7 a KES-FB2 lze porovnat

Textilie v plátnové vazbě



Textilie v keprové vazbě



Obr. 32 Porovnání hodnot ohybové tuhosti měřené na přístroji TH-7 a KES-FB 2
a) pro textilie v plátnové vazbě; b) pro textilie v keprové vazbě

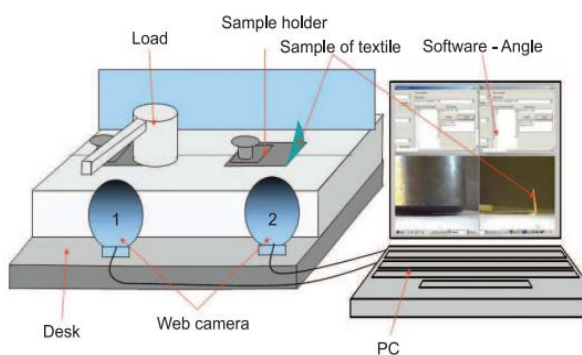
Dílčí závěr:

Bylo ověřeno, že výsledné diagramy z měření na obou přístrojích mají podobný tvar. Rovněž pomocí korelační analýzy bylo zjištěno, že závislost mezi měřením na KES-FB 2 a TH-7 byla velmi vysoká: $R = 0,98$ u vzorku v plátnové vazbě, a $R = 0,99$ u vzorku v keprové vazbě, což znamená, že přístrojem TH-7 lze nahradit přístroj KES-FB 2, přičemž na rozdíl od TH-7 cena přístroje KES-FB 2 je vysoká a zároveň i spotřeba materiálu pro tvorbu vzorků je větší.

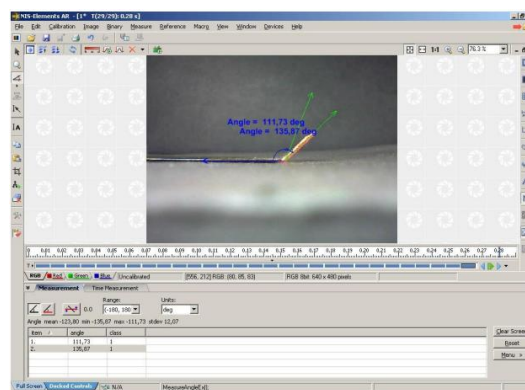
3.2 Anizotropie úhlu zotavení (mačkavosti)

Mačkavost šatových bavlněných textilií byla proměřena inovovanou metodou snímání úhlu zotavení pomocí web kamery, která byla popsána v práci studentky KOD Kláry Linkové [26]. Data z měření úhlu zotavení šatových textilií byla vzata z této práce. Data z měření rezných textilií mi poskytla vedoucí mé práce.

Pro měření byly použity vzorky o průměru 45 mm, materiálové složení 100 % bavlna. Vzorek složený do tvaru půlkruhu byl zatížen po dobu 5 minut zatížením 1 kg, doba relaxace vzorku byla také 5 minut, viz obr. 33. Web kamera zaznamenává 24 snímků po dobu relaxace. Dále byly snímky vyhodnoceny v softwaru Nis Elements AR, viz obr. 34. Úhel zotavení byl proměřen ve všech pootočeních textilie od 0° do 330° po každých 30° . [26, 27].



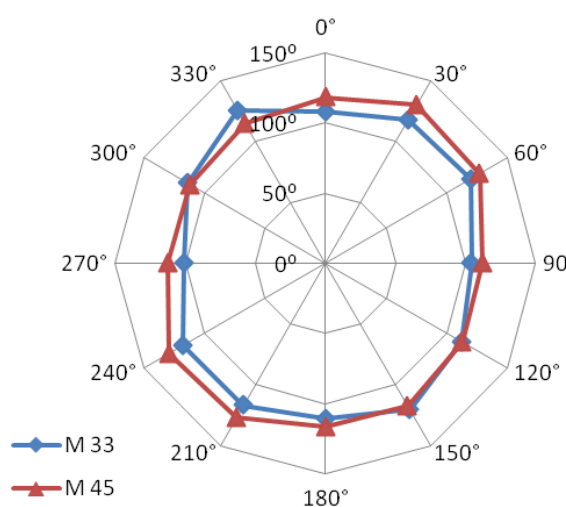
Obr. 33 Inovovaná metoda měření úhlu zotavení [27, s. 720]



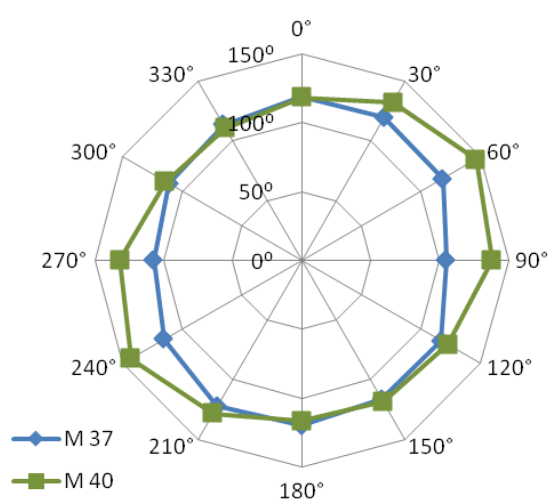
Obr. 34 Měření úhlu zotavení Nis elements [28, s. 27]

Na základě získaných dat z měření byla hodnocena anizotropie úhlu zotavení (mačkavosti). Na obrázku 35 lze pozorovat příklad anizotropního chování materiálu. Vzorek textilie M 33 (modrá linie) téměř ve všech směrech, kromě směru 300° a 330° , dosahoval nižších hodnot úhlu zotavení. Naopak textilie M 45 (červená linie) měla větší úhel zotavení jak ve směrech osnovy a útku, tak i v diagonálních směrech $30^\circ/210^\circ$, $60^\circ/240^\circ$. Vlivem většího úhlu zotavení lze textilií M 33 považovat jako více mačkovou. Z výsledných diagramů, viz příloha č. 8, lze sledovat, že nejhůř se zotavují textilie v plátňové vazbě ve směru útku $90^\circ/270^\circ$, v úhlopříčných směrech $30^\circ/210^\circ$ a $60^\circ/240^\circ$ byl úhel zotavení větší.

Bylo prokázáno, že vazba materiálu je parametrem ovlivňujícím sklon k anizotropnímu chování úhlu zotavení materiálu. Byly srovnány polární diagramy úhlu zotavení rezných textilií v plátňové a keprové vazbě, přičemž dostava útku u obojích materiálů se rovnala ($Dú = 220 \text{ n}/10 \text{ cm}$). Na obr. 36 lze vidět, že vzorek textilie M 40 v keprové vazbě (zelená linie) má sklon k větším hodnotám úhlu zotavení ve směru útku $90^\circ/270^\circ$ a v diagonálních směrech $60^\circ/240^\circ$, ve směru osnovy $0^\circ/180^\circ$ úhel zotavení se shodoval. Výsledné diagramy anizotropie úhlu zotavení a ohybové tuhosti rezných textilií jsou uvedeny v příloze č. 9.



Obr. 35 Anizotropie úhlu zotavení materiálu M 33 ($Dú = 240 \text{ n}/10 \text{ cm}$) a M 45 ($Dú = 180 \text{ n}/10 \text{ cm}$)

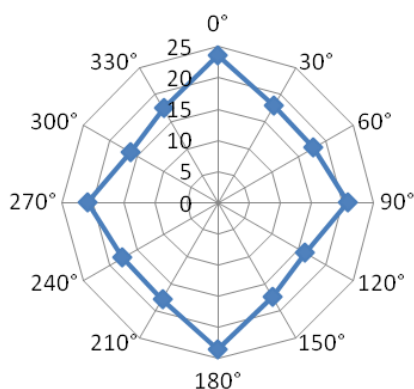


Obr. 36 Anizotropie úhlu zotavení rezné textilie M 37 v plátňové vazbě a textilie M40 v keprové vazbě

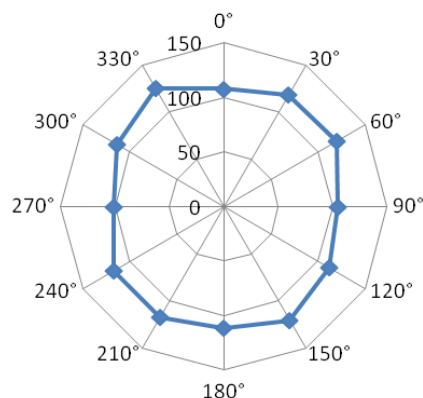
3.3 Vliv anizotropie ohybové síly na anizotropii úhlu zotavení (mačkovosti)

Úhel zotavení byl proměřen po každých 30 stupních. Pro následné porovnání získaných dat byly polární diagramy ohybové síly rezných a šatových textilií vytvořeny také po 30 stupních. Výsledné diagramy ohybové síly a úhlu zotavení jsou uvedeny v příloze č. 10 a č. 11. Na diagramech rezných textilií v plátňové vazbě, viz obr. 37 a 38, lze pozorovat, že s rostoucí ohybovou silou klesá úhel zotavení. Tento vztah nejvíce platil pro směr útku $90^\circ/270^\circ$, kde při největší hodnotě ohybové síly je úhel zotavení nejmenší. U textilie v keprové vazbě, viz obr. 39 40, anizotropie ohybové síly neměla

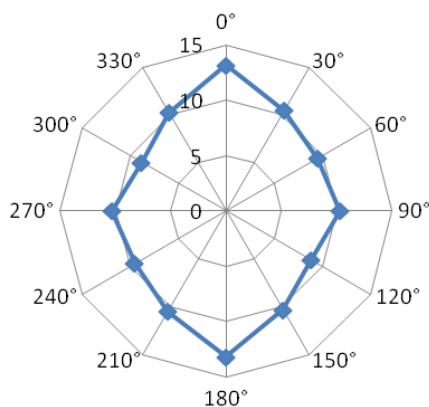
tak výrazný vliv na anizotropii úhlů zotavení, ani ve směru osnovy, ani ve směru útku. Největší vliv byl prokázán v úhlopříčném směru $60^\circ/240^\circ$.



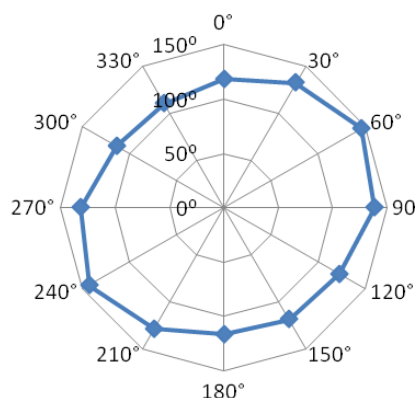
Obr. 37 Anizotropie ohybové síly vzorků režné textilie M33 v plátnové vazbě, $Dú=240$ [n/10cm]



Obr. 38 Anizotropie úhlu zotavení vzorků režné textilie M33 v plátnové, vazbě $Dú=240$ [n/10cm]



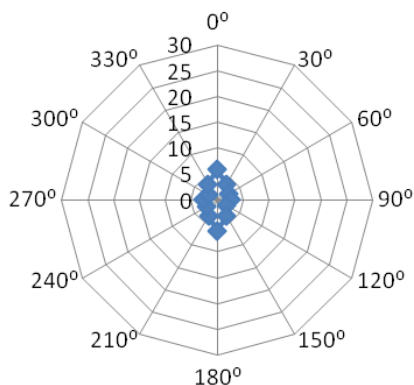
Obr. 39 Anizotropie ohybové síly vzorků režné textilie M36 v keprové vazbě, $Dú=240$ [n/10cm]



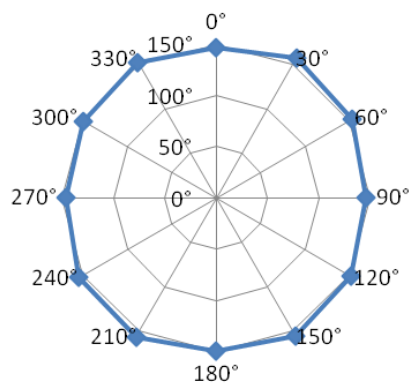
Obr. 40 Anizotropie úhlu zotavení vzorků režné textilie M36 v keprové vazbě, $Dú=240$ [n/10cm]

U šatových textilií vliv ohybové síly na úhel zotavení neměl pravidelný charakter, viz příloha č. 12. Z výsledných měření a diagramů lze stanovit, že ve stejných směrech u různých vzorků se tento vliv projevoval jinak. To se dá objasnit působením různých úprav na šatových textiliích, jak potiskem, bělením, nebo barvením. Vliv ohybové síly na úhel zotavení lze srovnat na obrázcích dole. Zde je výrazně vidět jak se mění rozměr diagramu anizotropie úhlu zotavení v závislosti na ohybové síle. Na prvním páru obrázků 41 a 42 je vidět, že ohybová síla vzorku B 24, který měl nejnižší plošnou hmotnost, měla velmi nízké hodnoty, zároveň úhel zotavení dosahoval nejvyšších hodnot. Polární diagram úhlu zotavení měl okrouhlý tvar a shodoval se téměř

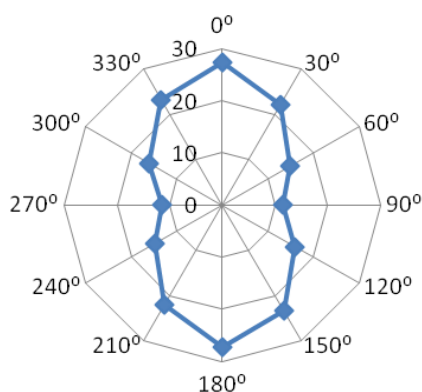
ve všech směrech, což svědčí o izotropním chování úhlu zotavení daného vzorku materiálu a tento materiál lze posuzovat jako nejméně mačkový. Naopak, s rostoucími hodnotami ohybové síly, hodnoty úhlu zotavení klesaly a na rozdíl od předchozích obrázků se polární diagram zmenšil, viz obr. 43 a 44.



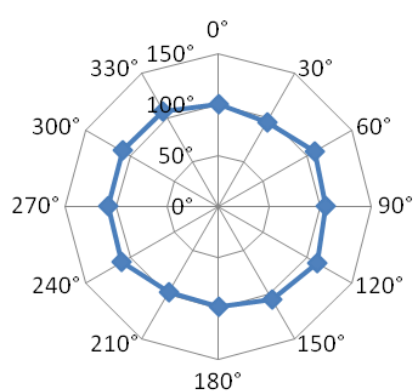
Obr. 41 Anizotropie ohybové síly vzorků B24 šatové textilie



Obr. 42 Anizotropie úhlu zotavení vzorků B24 šatové textilie



Obr. 43 Anizotropie ohybové síly vzorků B25 šatové textilie



Obr. 44 Anizotropie úhlu zotavení vzorků B25 šatové textilie

Dílčí závěr:

Z výsledných průměrných hodnot ohybové síly, úhlu zotavení a výchozích polárních diagramů lze usuzovat, že při zvýšení hodnot ohybové síly hodnoty úhlu zotavení klesají, avšak tento vliv není stejnoměrný, nemá pravidelný charakter a není výrazný. Největší vliv anizotropie ohybové síly na úhel zotavení se projevil u režných textilií v plátňové vazbě. Naopak u režných textilií v keprové vazbě se tento vliv nejvíce ukázal v úhlopříčném směru 60°/240°. U šatových textilií díky vlivu různých úprav anizotropie ohybové síly neměla pravidelný vliv na anizotropie úhlu zotavení.

4 Zhodnocení výsledků

Dosažené výsledky této bakalářské práce odpovídaly třem stanoveným cílům:

1. Zhodnotit anizotropii ohybové tuhosti;
2. Porovnat metody měření ohybové tuhosti;
3. Zhodnotit anizotropie ohybové síly a mačkovosti.

Prvním cílem bylo zhodnotit anizotropní chování plošných textilií při ohybové deformaci. Pomocí přístroje TH-7 byly proměřeny kruhové vzorky režných textilií v plátnové a keprové vazbě a šatových textilií. Anizotropie ohybové síly byla znázorněna pomocí polárních diagramů. Získané křivky v polárním diagramu režných textilií v plátnové a keprové vazbě měly tvar čtyřúhelníku, přičemž ve směru osnovy hodnoty ohybové síly byly největší, v úhlopříčných směrech však dosahovaly nižších hodnot, což potvrzuje anizotropní chování. Tvar polárních diagramů šatových textilií u čtyř vzorků měl nesouměrný elipsový tvar, což svědčí o anizotropním chování. Jeden vzorek se choval jako izotropní. Nehledě na různé finální úpravy u zkoušených vzorků šatových textilií se ukázala následná tendence: s růstem plošné hmotnosti rostla i hodnota ohybové tuhosti a vzorek textilie s nejmenší plošnou hmotností se choval jako izotropní. Abychom mohli podrobněji prozkoumat danou závislost je třeba provést další výzkum zaměřený na vliv finálních úprav na ohybové vlastnosti plošných textilií.

Byl potvrzen vliv dostavy na ohybovou tuhost materiálu. Dostava osnovy u všech zkoušených vzorků režné textile byla stejná (240 nití/10 cm), lišila se dostava útku. Výsledky měření a polární diagramy ukázaly, že se zmenšujícím se počtem útkových nití oproti osnovním, se tvar diagramu zplošťuje a zároveň se zmenšují průměrné hodnoty ohybové síly. Naopak jestliže se blíží dostava útkových nití k dostavě osnovních, průměrné hodnoty ohybové síly jsou větší.

Pomocí korelační analýzy byla ověřena závislost ohybové síly na dostavě textilií. Z výsledků vyplynulo, že korelační koeficient R u režných textilií v plátnové vazbě dosahoval 0,98 a u textilií v keprové vazbě 0,99, což dokázalo velkou závislost mezi oběma proměnnými (dostavou i ohybovou silou).

Byl dokázán vliv vazby na ohybovou sílu. Z výsledků měření vyplynulo, že keprová vazba, díky volnějšímu provázání nití, dosahovala menších hodnot ohybové síly na rozdíl od textilií v plátnové vazbě.

Dalším cílem bylo porovnat metody měření ohybové síly na přístrojích TH-7 a KES-FB 2. Hodnoty ohybové síly F_m [mN] z přístroje TH-7 byly přepočteny na ohybovou tuhost B [Nm^2/m]. Výsledné diagramy z měření na obou přístrojích měly podobný tvar. Pomocí korelační analýzy bylo zjištěno, že závislost mezi hodnotami z měření na KES-FB 2 a TH-7 je velká, u textilií v plátnové vazbě $R = 0,98$, u textilií v keprové $R = 0,99$, a tím se dá říci, že tyto hodnoty je možné mezi sebou porovnat. Na základě toho je možné předpokládat, že přístrojem TH-7 lze nahradit přístroj KES-FB 2. Výhodou přístroje TH-7 je nižší cena a menší spotřeba materiálů pro tvorbu vzorků.

Anizotropní chování úhlu zotavení bylo hodnoceno pomocí polárních diagramů. Z výsledků vyplynulo, že textilie v plátnové vazbě ve směru útku $90^\circ/270^\circ$ mají nižší hodnoty úhlu zotavení, v úhlopříčných směrech $30^\circ/210^\circ$ a $60^\circ/240^\circ$ byl úhel zotavení větší, což svědčí o anizotropním chování. U textilií v keprové vazbě největší úhel zotavení byl prokázán také v úhlopříčném směru $60^\circ/240^\circ$. Byl dokázán vliv vazby na úhel zotavení. U textilií v plátnové a keprové vazbě při stejné dostavě útku i dostavě osnovy ($D_o = 240 \text{ n}/10 \text{ cm}$, $D_u = 220 \text{ n}/10 \text{ cm}$) se úhel zotavení ve směru útku $90^\circ/270^\circ$ a v úhlopříčném směru $60^\circ/240^\circ$ výrazně lišil. U textilie v keprové vazbě byl úhel zotavení větší, což lze objasnit dobrými relaxačními vlastnostmi materiálu s volnější strukturou.

Srovnání anizotropie ohybové tuhosti a úhlu zotavení (mačkovosti) ukázalo, že s rostoucí ohybovou silou klesal úhel zotavení, ale tento vliv nebyl tak výrazný a neplatil ve všech směrech. Nejvíce se tento vliv projevil u režných textilií ve směru útku $90^\circ/270^\circ$, kde při největších hodnotách ohybové síly byl dosažen nejmenší úhel zotavení materiálu. U textilie v keprové vazbě měla ohybová síla přímý vliv na úhel zotavení v úhlopříčném směru $60^\circ/240^\circ$. U šatových textilií, vzhledem k finálním úpravám, přímý vliv dokázán nebyl, ve stejných směrech u různých vzorků se tento vliv projevoval jinak. Avšak u vzorku B 24 je výrazně vidět, že při nízkých hodnotách ohybové síly hodnoty úhlu zotavení jsou velké, tvar polárního diagramu je kruhový a dá se říci, že úhel zotavení se chová jako izotropní.

5 Závěr

V teoretické části této práce byla provedena rešerše zaměřená na hodnocení ohybové tuhosti a mačkovosti plošných textilií. Byl zmapován aktuální stav poznání v oblasti anizotropie ohybové tuhosti a mačkovosti, proveden průzkum zkušebních metod.

Experimentální část práce byla zaměřena na hodnocení anizotropie ohybové tuhosti a mačkovosti režných a šatových textilií. Měření bylo prováděno pomocí přístroje TH-7. Naměřené hodnoty byly graficky znázorněny pomocí polárních diagramů. Výsledné hodnoty ohybové síly F_m z měření na přístroji TH-7 pak byly porovnány s ohybovou tuhostí B z měření na přístroji KES-FB2. Pro srovnání byly použity polární diagramy a korelační analýza. Dalším bodem experimentální části bylo zhodnocení anizotropie úhlu zotavení a ověření vlivu ohybové tuhosti na úhel zotavení (mačkovost). Z dosažených výsledků vyplývají následující závěry:

- Byl ověřen sklon k anizotropnímu chování ohybové síly u vzorků jak režných, tak i šatových textilií. U vzorků režných textilií byla nejvyšší ohybová síla naměřena ve směru osnovy, v diagonálních směrech tyto vzorky měly nižší ohybovou sílu. U šatových textilií byla nejvyšší ohybová síly také ve směru osnovy, avšak nižší hodnoty byly ve směru útku. Z toho vyplývá, že ohybová síla je anizotropní vlastnost i přesto, že šatové textilie mají různé úpravy. Výjimku tvořil jeden vzorek, u kterého bylo možné pozorovat izotropní chování ohybové síly.
- Byl potvrzen vliv dostavy na hodnotu ohybové síly. Se zmenšujícím se počtem útkových nití oproti osnovním, se tvar diagramu zplošťoval a průměrné hodnoty ohybové síly klesaly, což lze názorně vidět na výsledných polárních diagramech.
- Bylo dokázáno, že vazba materiálu má velký vliv na ohybovou sílu. Vzorky textilie v keprové vazbě 1/4 ve všech směrech měly nižší hodnoty ohybové síly, než textilie v plátnové vazbě, což lze objasnit volnějším provázáním nití v keprové vazbě 1/4 oproti plátnové s pravidelným provázáním nití.
- Při srovnání výsledné ohybové tuhosti z měření na přístrojích TH-7 a KES-FB 2, bylo na polárních diagramech vidět, že jejich tvar je velmi podobný. Pro přesnost výsledků byl přidán graf s regresní křivkou. Korelační

koeficient ukázal velkou závislost mezi měřeními na těchto přístrojích, což znamená, že přístrojem TH-7 je možné nahradit přístroj KES-FB 2.

- Byla potvrzena anizotropie úhlu zotavení (mačkovosti) a ověřen vliv vazby na úhel zotavení. U textilie v keprové vazbě 1/4 byl úhel zotavení ve směru útku $90^{\circ}/270^{\circ}$ a v úhlopříčném směru $60^{\circ}/240^{\circ}$ výrazně větší, což ovlivňuje mačkovost textilie, a proto můžeme tyto materiály posuzovat jako méně mačkové, na rozdíl od materiálů v plátnové vazbě.
- Při hodnocení vlivu ohybové síly na úhel zotavení bylo stanoveno, že s rostoucí ohybovou silou klesá úhel zotavení, ale tento vliv nebyl tak výrazný a neplatil ve všech směrech, a proto se nepovedl dokázat přímý vliv ohybové síly na úhel zotavení. Pro přesnější hodnocení závislosti úhlu zotavení na ohybové síle by bylo možné provést další experimenty na větším počtu zkušebních vzorků.

Možnosti dalšího výzkumu:

Při zpracování této práce vyvstala další témata, která by mohla být vhodným námětem pro další výzkum, třeba stanovení ohybové tuhosti u textilie se speciální úpravou nebo vliv vlhkosti a teploty na mačkovost textilie.

Seznam použité literatury

- [1] MÜLLEROVÁ, P., *Anizotropie ohybu textilií*. Liberec, 2010 Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci.
- [2] ODEHNALOVÁ, K., *Anizotropie ohybové tuhosti plošných textilií*. Liberec, 2010. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci
- [3] Slovník cizích slov, Anizotropie [online]. 2005 [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/anizotropie>
- [4] Wikipedie, Izotropie [online]. 2001 [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Izotropie>
- [5] ČSN 800858, *Zkoušení tuhosti a pružnosti plošných textilií*. Praha, Český normalizační institut, 1974.
- [6] KOVAČIČ, V., *Textilní zkušebnictví*. Díl II, Vyd. 1. Liberec: Technická univerzita, 2004. ISBN 80-7083-825-62.
- [7] FRIDRICHOVÁ, L., A new method of measuring the bending rigidity of fabrics and its application to the determination of the their anisotropy. *Textile Research Journal*, 2013, 83.9: 883-892
- [8] ZELOVÁ, K., and FRIDRICHOVÁ, L. *Studie ohybové tuhosti a mačkovosti plošných textilií*. TUL, Workshop pro doktorandy 2011. ISBN 978-80-7372-765-9.
- [9] ZELOVÁ, K., *K problematice mačkovosti plošných textilií*. SVOČ TUL. Liberec, 2009.
- [10] MERATI, A., PATIR, H., Anisotropy in wrinkle properties of woven fabric. *Journal of The Textile Institute*, 2011, Vol. 102, No. 7, 639–646.
- [11] COOPER, D. N. E., The stiffness of woven textiles. *Journal of The Textile Institute*, 1960, Vol. 51, No 8, Pg. T317-T335.
- [12] SIDABRAITĚ, V., MASTEIKAITĚ, V. Effect of Woven Fabric Anisotropy on Drape Behaviour. *Materials Science*, 2003, Vol. 9, No 1, Pg. 111-115.
- [13] PEREPELKIN, K. E., NEKLYUDOVA S. A., SMIRNOVA N. A., Anisotropy of wrinkling of polyester polyester-linen, and linen fabrics. *Fibre Chemistry*, 2000, Vol. 32, pg. 444-446.
- [14] MIHAJLOVIC, T., ASANOVIC, K., MIHAJLIDI, T., Complex estimation of woven fabrics bending ability. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 2007, Vol. 32, pg. 453-458.

- [15] GHOSH, T. K, & ZHOU N., Characterization of fabric bending behavior: A review of measurement principles. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 2003, Vol. 28, pg. 471-476.
- [16] GHANE M., SHEIKHZADEH M., HALABIAN A. M., KHABOURI S., Bending rigidity of yarn using a two support beam system. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 2008, Vol. 16, No 3(68), pg. 30-32.
- [17] MILITKÝ, J. *Textilní zkušebnictví*, Liberec, Technická univerzita v Liberci, 1999.
- [18] KOVAČIČ, V. *Zkoušení textilií*. [cit. 2013-12-11]. Dostupné z: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/files/20060302/ztpb.pdf>
- [19] SCHIEFER, H.F. The flexometr: An instrument for evaluating the flexural properties of cloth and similar materials. *Textile research journal*, 1933, Vol. 3, 8, pg. 388-403.
- [20] SOCHOR, B., *Mačkovost tkanin a její měření*. Danielis, J. A kol. Nová technika měření a zkoušení v textilním průmyslu. Praha: SNTL, 1957, s. 179-203.
- [21] ČSN 800819, *Zkoušení mačkovosti plošných textilií*. Praha, Český normalizační institut, 1994.
- [22] ČSN EN 22313, *Zjišťování mačkovosti – schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení*. Praha, Český normalizační institut, 1994.
- [23] ČSN 800871, *Stanovení mačkovosti pomocí dutého válce*. Praha, Český normalizační institut, 1987.
- [24] DUDOVÁ, M., *Vliv anizotropie ohybové tuhosti na splývavost tkanin*. Liberec, 2012. Diplomová práce. Technická univerzita v Liberci.
- [25] HES, L., *Úvod do komfortu textilií*. 1. Vydání, Liberec, technická univerzita v Liberci, 2005, ISBN 80-7083-926-0
- [26] LINKOVÁ, K. *Objektivní hodnocení mačkovosti šatových textilií*. Liberec, 2013. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci
- [27] FRIDRICHOVÁ, L & ZELOVÁ, K., *Objective evaluation of multidirectional fabric creasing*. Journal of the textile institute, 2011. 102:8, pg. 719-725.
- [28] DAVIDKOVÁ, B., *Vliv struktury textilií na tvarovou stálost plošných textilií*. Liberec, 2010. Bakalářská práce. Technická univerzita v Liberci

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| <i>Tab. 1 Charakteristika hodnocených materiálů, šatové textilie</i> | 24 |
| <i>Tab. 2 Charakteristika hodnocených materiálů, režné textilie</i> | 25 |
| <i>Tab. 3 Procentuální pokles ohybové síly textilií v plátnové a keprové vazbě</i> | 33 |

Seznam obrázků

| | |
|---|----|
| <i>Obr. 1 a) folded fabric loop metoda; b) heart loop metoda; c) pear loop metoda</i> | 14 |
| <i>Obr. 2 Metoda měření tuhosti v ohybu podle SOMMERA [3, s. 51]</i> | 17 |
| <i>Obr. 3 Přístroj pro stanovení tuhosti v ohybu Cantilever test [3, s. 52]</i> | 18 |
| <i>Obr. 4 Přístroj pro měření úhlu zotavení dle ČSN EN 22 313</i> | 23 |
| <i>Obr. 5 Vzorek M 36 viz s lící strany</i> | 26 |
| <i>Obr. 6 Přístroj TH-7 připojený k počítači[s.26]</i> | 26 |
| <i>Obr. 7 Schéma a fotografie ohýbání vzorku na přístroji TH7. Cj- upínací čelist, Sj- snímáčí čelist, snímá ohybovou sílu F_m ($F_m = F_h$ – vodorovně působící síla, vodorovná složka síly, F_r – výsledná síla, F_v – svislá síla) [Fridrichová]</i> | 27 |
| <i>Obr. 8 Vzorek upnutý do čelisti přístroje ve směru útku $90^\circ/270^\circ$ po linii 1.</i> | 28 |
| <i>Obr. 9 Hysterezní křivka [Fridrichová 7]</i> | 28 |
| <i>Obr. 10 Přístroj KES-FB 2</i> | 29 |
| <i>Obr. 11 Ohyb textilie na KES FB2 [18,s.27]</i> | 29 |
| <i>Obr. 12 Anizotropie ohybové síly vzorku M33($Dú=240n/10cm$)</i> | 30 |
| <i>Obr. 13 Anizotropie ohybové síly vzorku M37($Dú = 220n/10cm$)</i> | 30 |
| <i>Obr. 14 Anizotropie ohybové síly vzorku M41($Dú = 200n/10cm$)</i> | 31 |
| <i>Obr. 15 Anizotropie ohybové síly vzorku M45($Dú = 180n/10cm$)</i> | 31 |
| <i>Obr. 16 Polární diagram porovnání průměrné ohybové síly zkoušených vzorků řezné textilie v plátňové vazbě</i> | 31 |
| <i>Obr. 17 Anizotropie ohybové síly vzorku M36 ($Dú= 240 n/10mm$)</i> | 32 |
| <i>Obr. 18 Anizotropie ohybové síly vzorku M40 ($Dú= 220 n/10mm$)</i> | 32 |
| <i>Obr. 19 Anizotropie ohybové síly vzorku M44 ($Dú= 200 n/10mm$)</i> | 32 |
| <i>Obr. 20 anizotropie ohybové síly vzorku M48 ($Dú= 180 n/10mm$)</i> | 32 |
| <i>Obr. 21 Polární diagram porovnání průměrné ohybové síly zkoušených vzorků řezné textilie v keprové vazbě</i> | 32 |
| <i>Obr. 22 Vztah mezi ohybovou silou a dostavou materiálů v plátňové a keprové vazbě</i> | 33 |
| <i>Obr. 23 Anizotropie ohybové síly vzorku šatové textilie B25</i> | 34 |
| <i>Obr. 24 Anizotropie ohybové síly vzorku šatové textilie B26</i> | 34 |
| <i>Obr. 25 Anizotropie ohybové síly vzorku šatové textilie B 27</i> | 34 |
| <i>Obr. 26 Anizotropie ohybové síly vzorku šatové textilie B28</i> | 34 |

| | |
|---|----|
| <i>Obr. 27 Anizotropie ohybové síly vzorku šatové textilie B24</i> | 35 |
| <i>Obr. 28 Polární diagram průměrných hodnot ohybové síly zkoušených vzorků šatových textilií</i> | 35 |
| <i>Obr. 29 Polární diagram výsledných hodnot pro textilie v plátnové vazbě: a) průměrné hodnoty ohybové síly F [mN], měření na př. TH-7; b) průměrné hodnoty ohybové tuhosti B [Nm²/m], měření na př. KES-FB 2</i> | 37 |
| <i>Obr. 30 Polární diagramy výsledných hodnot pro textilie v keprové vazbě: a) průměrné hodnoty ohybové síly F [mN], měření na př. TH-7; b) průměrné hodnoty ohybové tuhosti B [Nm²/m], měření na př. KES-FB 2</i> | 37 |
| <i>Obr. 31 Porovnání hodnot ohybové tuhosti měřené na přístroji TH-7 a KES-FB 2</i> | 38 |
| <i>Obr. 32 Inovovaná metoda měření úhlu zotavení [16,s. 720]</i> | 39 |
| <i>Obr. 33 Měření úhlu zotavení Nis elements</i> | 39 |
| <i>Obr. 34 Anizotropie úhlu zotavení materiálu M 33 ($Dú = 240$ n/10 cm) a M 45 ($Dú = 180$ n/10 cm)</i> | 40 |
| <i>Obr. 35 Anizotropie úhlu zotavení režné textilie M 37 v plátnové vazbě a textilie M40 v keprové vazbě</i> | 40 |
| <i>Obr. 36 Anizotropie ohybové síly vzorků režné textilie M33 v platnové vazbě, $Dú=240$ [n/10cm]</i> | 41 |
| <i>Obr. 37 Anizotropie úhlu zotavení vzorků režné textilie M33 v platnové, vazbě $Dú=240$ [n/10cm]</i> | 41 |
| <i>Obr. 38 Anizotropie ohybové síly vzorků režné textilie M36 v keprové vazbě, $Dú=240$ [n/10cm]</i> | 41 |
| <i>Obr. 39 Anizotropie úhlu zotavení vzorků režné textilie M36 v keprové vazbě, $Dú=240$ [n/10cm]</i> | 41 |
| <i>Obr. 40 Anizotropie ohybové síly vzorků B24 šatové textilie</i> | 42 |
| <i>Obr. 41 Anizotropie úhlu zotavení vzorků B24 šatové textilie</i> | 42 |
| <i>Obr. 42 Anizotropie ohybové síly vzorků B25 šatové textilie</i> | 42 |
| <i>Obr. 43 Anizotropie úhlu zotavení vzorků B25 šatové textilie</i> | 42 |

Příloha


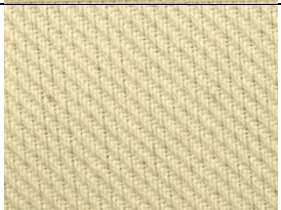
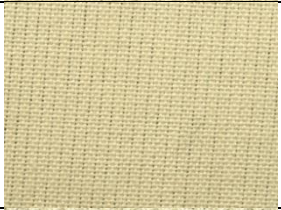



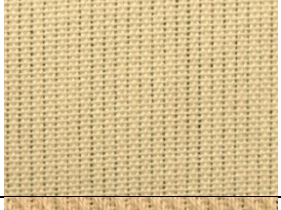

Příloha č. 1:

Charakteristika použitých materiálů






Příloha č. 1 a – charakteristika rezných textilií

Příloha č. 1b – charakteristika šatových textilií

Příloha č. 1 a – charakteristika rezných textilií

| P.č | Materiál | Mat. slož. | Vazba | To [tex] | Tú [tex] | Do/Dú [n/10cm] | Mp [g/m ²] | h [mm] |
|------|---|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|---------------------------|-----------|
| M33 |  | 100% CO | plátno | 40 | 33 | 240/240 | 181,9 | 0,40 |
| M 36 |  | 100% CO | kepr 1/4 | 40 | 33 | 240/240 | 175,2 | 0,57 |
| M37 |  | 100% CO | plátno | 40 | 33 | 240/220 | 171,7 | 0,41 |
| M40 |  | 100% CO | kepr 1/4 | 40 | 33 | 240/220 | 168,5 | 0,59 |
| M41 |  | 100% CO | plátno | 40 | 33 | 240/200 | 166,1 | 0,43 |
| M44 |  | 100% CO | kepr 1/4 | 40 | 33 | 240/200 | 160,0 | 0,60 |
| M45 |  | 100% CO | plátno | 40 | 33 | 240/200 | 158,0 | 0,44 |
| M48 |  | 100% CO | kepr 1/4 | 40 | 33 | 240/180 | 152,9 | 0,61 |

Příloha č. 1b – charakteristika šatových textilií

| P.č | Materiál | Mat. slož. | Vazba | Do/Dú [n/10cm] | Mp [g/m ²] | h [mm] |
|-----|---|------------|--------|----------------|------------------------|--------|
| B24 |  | 100% CO | plátno | 372/237 | 67,4 | 0,273 |
| B25 |  | 100% CO | plátno | 263/238 | 149,7 | 0,483 |
| B26 |  | 100% CO | plátno | 330/253 | 115,4 | 0,367 |
| B27 |  | 100% CO | plátno | 260/227 | 141,2 | 0,47 |
| B28 |  | 100% CO | plátno | 422/337 | 75,8 | 0,367 |

Příloha č. 2

Hodnoty z měření ohybové síly na přístroji TH – 7 vzorků rezných textilií v plátnové vazbě

| Vzorek | Do (n/10cm) | Dú (n/10 cm) |
|--------|-------------|--------------|
| M33 | 240 | 240 |
| M37 | 240 | 220 |
| M41 | 240 | 200 |
| M45 | 240 | 180 |

Vzorek textilie M 33

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. Koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 23,11 | 24,25 | 24,65 | 22,6 | 23,33 | 23,588 | 0,753 | 3% |
| 15° | 2 | 20,23 | 21,76 | 22,19 | 19,62 | 20,41 | 20,842 | 0,971 | 5% |
| 30° | 3 | 17,7 | 18,52 | 18,65 | 16,56 | 18 | 17,886 | 0,747 | 4% |
| 45° | 4 | 16,5 | 16,6 | 17,27 | 15,33 | 17,25 | 16,590 | 0,706 | 4% |
| 60° | 5 | 17,57 | 18 | 18,41 | 15,78 | 18,69 | 17,690 | 1,027 | 6% |
| 75° | 6 | 19,36 | 20,7 | 21,52 | 18,42 | 20,03 | 20,006 | 1,068 | 5% |
| 90° | 7 | 20,71 | 21,78 | 22,69 | 19,71 | 19,77 | 20,932 | 1,158 | 6% |
| 105° | 8 | 18,43 | 19,33 | 20,35 | 18,16 | 17,55 | 18,764 | 0,978 | 5% |
| 120° | 9 | 16,07 | 16,71 | 17,3 | 15,54 | 15,39 | 16,202 | 0,718 | 4% |
| 135° | 10 | 15,11 | 15,84 | 16,31 | 15,28 | 15,05 | 15,518 | 0,484 | 3% |
| 150° | 11 | 17,1 | 17,79 | 18,18 | 17,16 | 17,07 | 17,460 | 0,447 | 3% |
| 165° | 12 | 20,24 | 20,71 | 20,36 | 19,65 | 19,83 | 20,158 | 0,379 | 2% |
| 180° | 1 | 23,11 | 24,25 | 24,65 | 22,6 | 23,33 | 23,588 | 0,753 | 3% |
| 195° | 2 | 20,23 | 21,76 | 22,19 | 19,62 | 20,41 | 20,842 | 0,971 | 5% |
| 210° | 3 | 17,7 | 18,52 | 18,65 | 16,56 | 18 | 17,886 | 0,747 | 4% |
| 225° | 4 | 16,5 | 16,6 | 17,27 | 15,33 | 17,25 | 16,590 | 0,706 | 4% |
| 240° | 5 | 17,57 | 18 | 18,41 | 15,78 | 18,69 | 17,690 | 1,027 | 6% |
| 255° | 6 | 19,36 | 20,7 | 21,52 | 18,42 | 20,03 | 20,006 | 1,068 | 5% |
| 270° | 7 | 20,71 | 21,78 | 22,69 | 19,71 | 19,77 | 20,932 | 1,158 | 6% |
| 285° | 8 | 18,43 | 19,33 | 20,35 | 18,16 | 17,55 | 18,764 | 0,978 | 5% |
| 300° | 9 | 16,07 | 16,71 | 17,3 | 15,54 | 15,39 | 16,202 | 0,718 | 4% |
| 315° | 10 | 15,11 | 15,84 | 16,31 | 15,28 | 15,05 | 15,518 | 0,484 | 3% |
| 330° | 11 | 17,1 | 17,79 | 18,18 | 17,16 | 17,07 | 17,460 | 0,447 | 3% |
| 345° | 12 | 20,24 | 20,71 | 20,36 | 19,65 | 19,83 | 20,158 | 0,379 | 2% |

Vzorek textilie M 37

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var.koef |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|----------|
| 0° | 1 | 22,82 | 22,78 | 22,98 | 22,3 | 20,78 | 22,332 | 0,809 | 4% |
| 15° | 2 | 20,27 | 20,16 | 20,55 | 19,32 | 18,54 | 19,768 | 0,738 | 4% |
| 30° | 3 | 17,39 | 17,39 | 17,6 | 16,16 | 15,3 | 16,768 | 0,893 | 5% |
| 45° | 4 | 16 | 15,95 | 16,29 | 14,89 | 14,66 | 15,558 | 0,654 | 4% |
| 60° | 5 | 16,56 | 16,27 | 16,83 | 15,44 | 15,22 | 16,064 | 0,629 | 4% |
| 75° | 6 | 18,69 | 18,5 | 18,4 | 17,45 | 17,24 | 18,056 | 0,592 | 3% |
| 90° | 7 | 19,54 | 19,72 | 19,69 | 18,1 | 18,05 | 19,02 | 0,774 | 4% |
| 105° | 8 | 17,89 | 18,03 | 17,83 | 16,59 | 15,89 | 17,246 | 0,853 | 5% |
| 120° | 9 | 15,97 | 15,98 | 15,5 | 14,65 | 13,95 | 15,21 | 0,794 | 5% |
| 135° | 10 | 15,76 | 15,48 | 15,23 | 14,6 | 13,58 | 14,93 | 0,776 | 5% |
| 150° | 11 | 17,21 | 17,15 | 16,68 | 16,65 | 15,3 | 16,598 | 0,689 | 4% |
| 165° | 12 | 19,74 | 20,07 | 19,62 | 19,62 | 17,43 | 19,296 | 0,947 | 5% |
| 180° | 1 | 22,82 | 22,78 | 22,98 | 22,3 | 20,78 | 22,332 | 0,809 | 4% |
| 195° | 2 | 20,27 | 20,16 | 20,55 | 19,32 | 18,54 | 19,768 | 0,738 | 4% |
| 210° | 3 | 17,39 | 17,39 | 17,6 | 16,16 | 15,3 | 16,768 | 0,893 | 5% |
| 225° | 4 | 16 | 15,95 | 16,29 | 14,89 | 14,66 | 15,558 | 0,654 | 4% |
| 240° | 5 | 16,56 | 16,27 | 16,83 | 15,44 | 15,22 | 16,064 | 0,629 | 4% |
| 255° | 6 | 18,69 | 18,5 | 18,4 | 17,45 | 17,24 | 18,056 | 0,592 | 3% |
| 270° | 7 | 19,54 | 19,72 | 19,69 | 18,1 | 18,05 | 19,02 | 0,774 | 4% |
| 285° | 8 | 17,89 | 18,03 | 17,83 | 16,59 | 15,89 | 17,246 | 0,853 | 5% |
| 300° | 9 | 15,97 | 15,98 | 15,5 | 14,65 | 13,95 | 15,21 | 0,794 | 5% |
| 315° | 10 | 15,76 | 15,48 | 15,23 | 14,6 | 13,58 | 14,93 | 0,776 | 5% |
| 330° | 11 | 17,21 | 17,15 | 16,68 | 16,65 | 15,3 | 16,598 | 0,689 | 4% |
| 345° | 12 | 19,74 | 20,07 | 19,62 | 19,62 | 17,43 | 19,296 | 0,947 | 5% |

Vzorek textilie M41

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. Koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 19,86 | 18,2 | 18,22 | 17,98 | 18,5 | 18,552 | 0,675 | 4% |
| 15° | 2 | 17,57 | 15,61 | 16,68 | 16 | 16,72 | 16,516 | 0,673 | 4% |
| 30° | 3 | 14,67 | 13,27 | 15,33 | 13,49 | 13,98 | 14,148 | 0,762 | 5% |
| 45° | 4 | 13,04 | 11,56 | 12,31 | 11,69 | 12,1 | 12,14 | 0,525 | 4% |
| 60° | 5 | 13,11 | 11,27 | 11,97 | 11,53 | 11,89 | 11,954 | 0,631 | 5% |
| 75° | 6 | 13,96 | 12,33 | 13,95 | 12,43 | 12,8 | 13,094 | 0,720 | 6% |
| 90° | 7 | 14,27 | 12,76 | 13,88 | 12,53 | 13,31 | 13,35 | 0,656 | 5% |
| 105° | 8 | 13,43 | 11,91 | 12,85 | 11,8 | 12,18 | 12,434 | 0,617 | 5% |
| 120° | 9 | 11,95 | 11,12 | 11,62 | 10,86 | 11,2 | 11,35 | 0,387 | 3% |
| 135° | 10 | 12,79 | 11,34 | 12,39 | 11,39 | 11,39 | 11,86 | 0,610 | 5% |
| 150° | 11 | 14,44 | 12,82 | 14,29 | 13,32 | 13,15 | 13,604 | 0,644 | 5% |
| 165° | 12 | 16,41 | 15,91 | 16,89 | 16,19 | 15,95 | 16,27 | 0,358 | 2% |
| 180° | 1 | 19,86 | 18,2 | 18,22 | 17,98 | 18,5 | 18,552 | 0,675 | 4% |
| 195° | 2 | 17,57 | 15,61 | 16,68 | 16 | 16,72 | 16,516 | 0,673 | 4% |
| 210° | 3 | 14,67 | 13,27 | 15,33 | 13,49 | 13,98 | 14,148 | 0,762 | 5% |
| 225° | 4 | 13,04 | 11,56 | 12,31 | 11,69 | 12,1 | 12,14 | 0,525 | 4% |
| 240° | 5 | 13,11 | 11,27 | 11,97 | 11,53 | 11,89 | 11,954 | 0,631 | 5% |
| 255° | 6 | 13,96 | 12,33 | 13,95 | 12,43 | 12,8 | 13,094 | 0,720 | 6% |
| 270° | 7 | 14,27 | 12,76 | 13,88 | 12,53 | 13,31 | 13,35 | 0,656 | 5% |
| 285° | 8 | 13,43 | 11,91 | 12,85 | 11,8 | 12,18 | 12,434 | 0,617 | 5% |
| 300° | 9 | 11,95 | 11,12 | 11,62 | 10,86 | 11,2 | 11,35 | 0,387 | 3% |
| 315° | 10 | 12,79 | 11,34 | 12,39 | 11,39 | 11,39 | 11,86 | 0,610 | 5% |
| 330° | 11 | 14,44 | 12,82 | 14,29 | 13,32 | 13,15 | 13,604 | 0,644 | 5% |
| 345° | 12 | 16,41 | 15,91 | 16,89 | 16,19 | 15,95 | 16,27 | 0,358 | 2% |

Vzorek textilie M 45

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|--------|-------|-------|--------|--------|---------|----------|------------|
| 0° | 1 | 16,79 | 16,97 | 15,63 | 15,62 | 16,17 | 16,236 | 0,5651 | 3% |
| 15° | 2 | 15,12 | 15,2 | 14,04 | 13,76 | 14,5 | 14,524 | 0,5711 | 4% |
| 30° | 3 | 12,27 | 12,34 | 12,21 | 11,84 | 12,46 | 12,224 | 0,2092 | 2% |
| 45° | 4 | 11,19 | 11,52 | 10,89 | 10 | 10,63 | 10,846 | 0,5171 | 5% |
| 60° | 5 | 10,75 | 10,87 | 10,42 | 10,55 | 10,9 | 10,698 | 0,1856 | 2% |
| 75° | 6 | 11,03 | 11,12 | 10,72 | 10,78 | 10,83 | 10,896 | 0,1529 | 1% |
| 90° | 7 | 11,68 | 11,53 | 10,91 | 10,7 | 11,11 | 11,186 | 0,3689 | 3% |
| 105° | 8 | 10,128 | 11,05 | 10,13 | 9,56 | 10,032 | 10,18 | 0,4834 | 5% |
| 120° | 9 | 10,088 | 10,36 | 9,62 | 9,368 | 9,736 | 9,8344 | 0,3504 | 4% |
| 135° | 10 | 10,51 | 10,99 | 9,92 | 10,256 | 10,304 | 10,396 | 0,3523 | 3% |
| 150° | 11 | 11,824 | 12,53 | 12,07 | 11,736 | 12,136 | 12,0592 | 0,2784 | 2% |
| 165° | 12 | 13,96 | 14,17 | 14,36 | 14,04 | 13,992 | 14,1044 | 0,1465 | 1% |
| 180° | 1 | 16,79 | 16,97 | 15,63 | 15,62 | 16,17 | 16,236 | 0,5651 | 3% |
| 195° | 2 | 15,12 | 15,2 | 14,04 | 13,76 | 14,5 | 14,524 | 0,5711 | 4% |
| 210° | 3 | 12,27 | 12,34 | 12,21 | 11,84 | 12,46 | 12,224 | 0,2092 | 2% |
| 225° | 4 | 11,19 | 11,52 | 10,89 | 10 | 10,63 | 10,846 | 0,5171 | 5% |
| 240° | 5 | 10,75 | 10,87 | 10,42 | 10,55 | 10,9 | 10,698 | 0,1856 | 2% |
| 255° | 6 | 11,03 | 11,12 | 10,72 | 10,78 | 10,83 | 10,896 | 0,1529 | 1% |
| 270° | 7 | 11,68 | 11,53 | 10,91 | 10,7 | 11,11 | 11,186 | 0,3689 | 3% |
| 285° | 8 | 10,128 | 11,05 | 10,13 | 9,56 | 10,032 | 10,18 | 0,4834 | 5% |
| 300° | 9 | 10,088 | 10,36 | 9,62 | 9,368 | 9,736 | 9,8344 | 0,3504 | 4% |
| 315° | 10 | 10,51 | 10,99 | 9,92 | 10,256 | 10,304 | 10,396 | 0,3523 | 3% |
| 330° | 11 | 11,824 | 12,53 | 12,07 | 11,736 | 12,136 | 12,0592 | 0,2784 | 2% |
| 345° | 12 | 13,96 | 14,17 | 14,36 | 14,04 | 13,992 | 14,1044 | 0,1465 | 1% |

Příloha č. 3

Hodnoty z měření ohybové síly na přístroji TH – 7 vzorků rezných textilií v keprové vazbě

| Vzorek | Do (n/10cm) | Dú (n/10 cm) |
|--------|-------------|--------------|
| M36 | 240 | 240 |
| M40 | 240 | 220 |
| M44 | 240 | 200 |
| M48 | 240 | 180 |

Vzorek textilie M36

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 13,48 | 13,19 | 12,92 | 12,8 | 13,42 | 13,162 | 0,268 | 2% |
| 15° | 2 | 12,46 | 12,33 | 11,97 | 12,26 | 12,37 | 12,278 | 0,167 | 1% |
| 30° | 3 | 11,06 | 10,41 | 9,96 | 10,39 | 10,46 | 10,456 | 0,351 | 3% |
| 45° | 4 | 10,29 | 9,16 | 8,93 | 9,1 | 9,71 | 9,438 | 0,500 | 5% |
| 60° | 5 | 10,18 | 9,32 | 9,1 | 9,18 | 9,83 | 9,522 | 0,416 | 4% |
| 75° | 6 | 10,84 | 9,75 | 10,31 | 10,19 | 10,36 | 10,29 | 0,349 | 3% |
| 90° | 7 | 10,92 | 9,56 | 10,51 | 10,08 | 10,46 | 10,306 | 0,458 | 4% |
| 105° | 8 | 10,06 | 9,21 | 9,66 | 9,06 | 9,78 | 9,554 | 0,369 | 4% |
| 120° | 9 | 9,38 | 8,79 | 8,82 | 8,41 | 8,68 | 8,816 | 0,317 | 4% |
| 135° | 10 | 9,57 | 8,8 | 9,25 | 8,58 | 8,97 | 9,034 | 0,346 | 4% |
| 150° | 11 | 10,57 | 10 | 10,46 | 10,02 | 10,38 | 10,286 | 0,233 | 2% |
| 165° | 12 | 12,41 | 11,93 | 11,81 | 11,24 | 12,45 | 11,968 | 0,444 | 4% |
| 180° | 1 | 13,48 | 13,19 | 12,92 | 12,8 | 13,42 | 13,162 | 0,268 | 2% |
| 195° | 2 | 12,46 | 12,33 | 11,97 | 12,26 | 12,37 | 12,278 | 0,167 | 1% |
| 210° | 3 | 11,06 | 10,41 | 9,96 | 10,39 | 10,46 | 10,456 | 0,351 | 3% |
| 225° | 4 | 10,29 | 9,16 | 8,93 | 9,1 | 9,71 | 9,438 | 0,500 | 5% |
| 240° | 5 | 10,18 | 9,32 | 9,1 | 9,18 | 9,83 | 9,522 | 0,416 | 4% |
| 255° | 6 | 10,84 | 9,75 | 10,31 | 10,19 | 10,36 | 10,29 | 0,349 | 3% |
| 270° | 7 | 10,92 | 9,56 | 10,51 | 10,08 | 10,46 | 10,306 | 0,458 | 4% |
| 285° | 8 | 10,06 | 9,21 | 9,66 | 9,06 | 9,78 | 9,554 | 0,369 | 4% |
| 300° | 9 | 9,38 | 8,79 | 8,82 | 8,41 | 8,68 | 8,816 | 0,317 | 4% |
| 315° | 10 | 9,57 | 8,8 | 9,25 | 8,58 | 8,97 | 9,034 | 0,346 | 4% |
| 330° | 11 | 10,57 | 10 | 10,46 | 10,02 | 10,38 | 10,286 | 0,233 | 2% |
| 345° | 12 | 12,41 | 11,93 | 11,81 | 11,24 | 12,45 | 11,968 | 0,444 | 4% |

Vzorek textilie M 40

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. Koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 12,37 | 12,31 | 12,49 | 12,56 | 12,68 | 12,482 | 0,132 | 1% |
| 15° | 2 | 11,4 | 11,36 | 11,55 | 11,13 | 11,28 | 11,344 | 0,138 | 1% |
| 30° | 3 | 9,84 | 9,6 | 10,12 | 9,97 | 9,7 | 9,846 | 0,186 | 2% |
| 45° | 4 | 8,74 | 8,66 | 8,69 | 8,3 | 8,85 | 8,648 | 0,186 | 2% |
| 60° | 5 | 8,34 | 8,29 | 8,38 | 8,45 | 8,44 | 8,38 | 0,060 | 1% |
| 75° | 6 | 8,49 | 8,34 | 8,81 | 8,45 | 8,73 | 8,564 | 0,177 | 2% |
| 90° | 7 | 8,35 | 8,61 | 9,17 | 8,35 | 8,63 | 8,622 | 0,299 | 3% |
| 105° | 8 | 7,64 | 8,08 | 8,1 | 7,74 | 8,01 | 7,914 | 0,188 | 2% |
| 120° | 9 | 7,08 | 7,19 | 7,41 | 6,93 | 7,2 | 7,162 | 0,158 | 2% |
| 135° | 10 | 7,65 | 7,71 | 7,73 | 7,36 | 7,56 | 7,602 | 0,135 | 2% |
| 150° | 11 | 9,41 | 9,25 | 9,36 | 9,19 | 9,19 | 9,28 | 0,090 | 1% |
| 165° | 12 | 11,02 | 10,77 | 10,35 | 10,76 | 11,33 | 10,846 | 0,324 | 3% |
| 180° | 1 | 12,37 | 12,31 | 12,49 | 12,56 | 12,68 | 12,482 | 0,132 | 1% |
| 195° | 2 | 11,4 | 11,36 | 11,55 | 11,13 | 11,28 | 11,344 | 0,138 | 1% |
| 210° | 3 | 9,84 | 9,6 | 10,12 | 9,97 | 9,7 | 9,846 | 0,186 | 2% |
| 225° | 4 | 8,74 | 8,66 | 8,69 | 8,3 | 8,85 | 8,648 | 0,186 | 2% |
| 240° | 5 | 8,34 | 8,29 | 8,38 | 8,45 | 8,44 | 8,38 | 0,060 | 1% |
| 255° | 6 | 8,49 | 8,34 | 8,81 | 8,45 | 8,73 | 8,564 | 0,177 | 2% |
| 270° | 7 | 8,35 | 8,61 | 9,17 | 8,35 | 8,63 | 8,622 | 0,299 | 3% |
| 285° | 8 | 7,64 | 8,08 | 8,1 | 7,74 | 8,01 | 7,914 | 0,188 | 2% |
| 300° | 9 | 7,08 | 7,19 | 7,41 | 6,93 | 7,2 | 7,162 | 0,158 | 2% |
| 315° | 10 | 7,65 | 7,71 | 7,73 | 7,36 | 7,56 | 7,602 | 0,135 | 2% |
| 330° | 11 | 9,41 | 9,25 | 9,36 | 9,19 | 9,19 | 9,28 | 0,090 | 1% |
| 345° | 12 | 11,02 | 10,77 | 10,35 | 10,76 | 11,33 | 10,846 | 0,324 | 3% |

Vzorek textili M44

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 11,69 | 11,68 | 11,71 | 12,33 | 12,83 | 12,048 | 0,462 | 4% |
| 15° | 2 | 10,6 | 10,88 | 11,24 | 10,77 | 11,36 | 10,97 | 0,286 | 3% |
| 30° | 3 | 9,44 | 8,78 | 9,42 | 8,94 | 8,98 | 9,112 | 0,268 | 3% |
| 45° | 4 | 7,81 | 7,55 | 8,14 | 8,01 | 8,43 | 7,988 | 0,297 | 4% |
| 60° | 5 | 7,32 | 7,36 | 7,77 | 7,35 | 8,32 | 7,624 | 0,385 | 5% |
| 75° | 6 | 8,04 | 7,64 | 8,09 | 7,93 | 8,34 | 8,008 | 0,228 | 3% |
| 90° | 7 | 8,3 | 7,98 | 8,09 | 8,26 | 8,34 | 8,194 | 0,137 | 2% |
| 105° | 8 | 7,62 | 7,79 | 7,86 | 7,76 | 7,78 | 7,762 | 0,079 | 1% |
| 120° | 9 | 7,2 | 7,61 | 7,25 | 7,72 | 7,68 | 7,492 | 0,221 | 3% |
| 135° | 10 | 7,85 | 7,86 | 7,93 | 8,12 | 7,88 | 7,928 | 0,100 | 1% |
| 150° | 11 | 9,49 | 9,27 | 9,62 | 9,55 | 9,47 | 9,48 | 0,117 | 1% |
| 165° | 12 | 11,08 | 11,11 | 11,25 | 11,09 | 10,93 | 11,092 | 0,102 | 1% |
| 180° | 1 | 11,69 | 11,68 | 11,71 | 12,33 | 12,83 | 12,048 | 0,462 | 4% |
| 195° | 2 | 10,6 | 10,88 | 11,24 | 10,77 | 11,36 | 10,97 | 0,286 | 3% |
| 210° | 3 | 9,44 | 8,78 | 9,42 | 8,94 | 8,98 | 9,112 | 0,268 | 3% |
| 225° | 4 | 7,81 | 7,55 | 8,14 | 8,01 | 8,43 | 7,988 | 0,297 | 4% |
| 240° | 5 | 7,32 | 7,36 | 7,77 | 7,35 | 8,32 | 7,624 | 0,385 | 5% |
| 255° | 6 | 8,04 | 7,64 | 8,09 | 7,93 | 8,34 | 8,008 | 0,228 | 3% |
| 270° | 7 | 8,3 | 7,98 | 8,09 | 8,26 | 8,34 | 8,194 | 0,137 | 2% |
| 285° | 8 | 7,62 | 7,79 | 7,86 | 7,76 | 7,78 | 7,762 | 0,079 | 1% |
| 300° | 9 | 7,2 | 7,61 | 7,25 | 7,72 | 7,68 | 7,492 | 0,221 | 3% |
| 315° | 10 | 7,85 | 7,86 | 7,93 | 8,12 | 7,88 | 7,928 | 0,100 | 1% |
| 330° | 11 | 9,49 | 9,27 | 9,62 | 9,55 | 9,47 | 9,48 | 0,117 | 1% |
| 345° | 12 | 11,08 | 11,11 | 11,25 | 11,09 | 10,93 | 11,092 | 0,102 | 1% |

Vzorek textili M48

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 11,72 | 12,21 | 11,18 | 11,88 | 11,48 | 11,694 | 0,350 | 3% |
| 15° | 2 | 10,11 | 10,57 | 10,08 | 10,65 | 10,47 | 10,376 | 0,237 | 2% |
| 30° | 3 | 8,91 | 9,12 | 8,5 | 8,85 | 8,44 | 8,764 | 0,257 | 3% |
| 45° | 4 | 7,54 | 7,39 | 6,81 | 7,31 | 7 | 7,21 | 0,267 | 4% |
| 60° | 5 | 7,25 | 7 | 6,24 | 6,75 | 6,95 | 6,838 | 0,339 | 5% |
| 75° | 6 | 7,02 | 6,76 | 6,33 | 6,55 | 6,89 | 6,71 | 0,245 | 4% |
| 90° | 7 | 6,92 | 6,66 | 6,02 | 6,53 | 6,85 | 6,596 | 0,319 | 5% |
| 105° | 8 | 6,53 | 6,13 | 5,99 | 5,91 | 6,46 | 6,204 | 0,249 | 4% |
| 120° | 9 | 6,25 | 5,92 | 5,85 | 6 | 6,5 | 6,104 | 0,240 | 4% |
| 135° | 10 | 7,03 | 6,66 | 6,77 | 6,8 | 6,94 | 6,84 | 0,130 | 2% |
| 150° | 11 | 9,02 | 8,97 | 8,25 | 8,88 | 8,53 | 8,73 | 0,295 | 3% |
| 165° | 12 | 10,3 | 10,54 | 10,12 | 10,14 | 10,44 | 10,308 | 0,164 | 2% |
| 180° | 1 | 11,72 | 12,21 | 11,18 | 11,88 | 11,48 | 11,694 | 0,350 | 3% |
| 195° | 2 | 10,11 | 10,57 | 10,08 | 10,65 | 10,47 | 10,376 | 0,237 | 2% |
| 210° | 3 | 8,91 | 9,12 | 8,5 | 8,85 | 8,44 | 8,764 | 0,257 | 3% |
| 225° | 4 | 7,54 | 7,39 | 6,81 | 7,31 | 7 | 7,21 | 0,267 | 4% |
| 240° | 5 | 7,25 | 7 | 6,24 | 6,75 | 6,95 | 6,838 | 0,339 | 5% |
| 255° | 6 | 7,02 | 6,76 | 6,33 | 6,55 | 6,89 | 6,71 | 0,245 | 4% |
| 270° | 7 | 6,92 | 6,66 | 6,02 | 6,53 | 6,85 | 6,596 | 0,319 | 5% |
| 285° | 8 | 6,53 | 6,13 | 5,99 | 5,91 | 6,46 | 6,204 | 0,249 | 4% |
| 300° | 9 | 6,25 | 5,92 | 5,85 | 6 | 6,5 | 6,104 | 0,240 | 4% |
| 315° | 10 | 7,03 | 6,66 | 6,77 | 6,8 | 6,94 | 6,84 | 0,130 | 2% |
| 330° | 11 | 9,02 | 8,97 | 8,25 | 8,88 | 8,53 | 8,73 | 0,295 | 3% |
| 345° | 12 | 10,3 | 10,54 | 10,12 | 10,14 | 10,44 | 10,308 | 0,164 | 2% |

Příloha č. 4

Hodnoty z měření ohybové síly na přístroji TH – 7 vzorků šatových textilií

| Vzorek | Do (n/10cm) | Dú (n/10 cm) |
|--------|-------------|--------------|
| B24 | 372 | 237 |
| B25 | 263 | 238 |
| B26 | 330 | 253 |
| B27 | 260 | 227 |
| B28 | 422 | 337 |

Vzorek textilu B24

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|------|------|------|------|------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 5,74 | 5,85 | 6,72 | 6,21 | 5,53 | 6,01 | 0,418 | 7% |
| 15° | 2 | 4,8 | 4,74 | 5,01 | 5,27 | 4,53 | 4,87 | 0,252 | 5% |
| 30° | 3 | 3,44 | 3,08 | 3,41 | 3,79 | 3,4 | 3,424 | 0,225 | 7% |
| 45° | 4 | 2,2 | 2,34 | 2,69 | 2,86 | 2,65 | 2,548 | 0,242 | 9% |
| 60° | 5 | 2,28 | 2,05 | 2,53 | 2,62 | 2,69 | 2,434 | 0,237 | 10% |
| 75° | 6 | 2,48 | 2,57 | 2,5 | 2,62 | 3,1 | 2,654 | 0,229 | 9% |
| 90° | 7 | 2,71 | 2,51 | 2,52 | 2,9 | 2,93 | 2,714 | 0,179 | 7% |
| 105° | 8 | 2,61 | 2,14 | 2,22 | 2,23 | 2,45 | 2,33 | 0,174 | 7% |
| 120° | 9 | 2,18 | 1,89 | 1,96 | 1,97 | 2,02 | 2,004 | 0,097 | 5% |
| 135° | 10 | 2,23 | 2,72 | 2,19 | 2,28 | 2,67 | 2,418 | 0,229 | 9% |
| 150° | 11 | 3,32 | 3,7 | 3,36 | 3,32 | 3,75 | 3,49 | 0,193 | 6% |
| 165° | 12 | 4,43 | 5,19 | 4,36 | 4,89 | 4,71 | 4,716 | 0,304 | 6% |
| 180° | 1 | 5,74 | 5,85 | 6,72 | 6,21 | 5,53 | 6,01 | 0,418 | 7% |
| 195° | 2 | 4,8 | 4,74 | 5,01 | 5,27 | 4,53 | 4,87 | 0,252 | 5% |
| 210° | 3 | 3,44 | 3,08 | 3,41 | 3,79 | 3,4 | 3,424 | 0,225 | 7% |
| 225° | 4 | 2,2 | 2,34 | 2,69 | 2,86 | 2,65 | 2,548 | 0,242 | 9% |
| 240° | 5 | 2,28 | 2,05 | 2,53 | 2,62 | 2,69 | 2,434 | 0,237 | 10% |
| 255° | 6 | 2,48 | 2,57 | 2,5 | 2,62 | 3,1 | 2,654 | 0,229 | 9% |
| 270° | 7 | 2,71 | 2,51 | 2,52 | 2,9 | 2,93 | 2,714 | 0,179 | 7% |
| 285° | 8 | 2,61 | 2,14 | 2,22 | 2,23 | 2,45 | 2,33 | 0,174 | 7% |
| 300° | 9 | 2,18 | 1,89 | 1,96 | 1,97 | 2,02 | 2,004 | 0,097 | 5% |
| 315° | 10 | 2,23 | 2,72 | 2,19 | 2,28 | 2,67 | 2,418 | 0,229 | 9% |
| 330° | 11 | 3,32 | 3,7 | 3,36 | 3,32 | 3,75 | 3,49 | 0,193 | 6% |
| 345° | 12 | 4,43 | 5,19 | 4,36 | 4,89 | 4,71 | 4,716 | 0,304 | 6% |

Vzorek textilu B25

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 24,34 | 25,72 | 29,46 | 27,25 | 29,71 | 27,296 | 2,085 | 8% |
| 15° | 2 | 21,94 | 24,79 | 27,66 | 24,68 | 27,66 | 25,346 | 2,148 | 8% |
| 30° | 3 | 19,12 | 21,62 | 24,46 | 20,86 | 24,1 | 22,032 | 2,010 | 9% |
| 45° | 4 | 15,92 | 18,14 | 18,67 | 17,56 | 19,89 | 18,036 | 1,308 | 7% |
| 60° | 5 | 13,01 | 14,16 | 15,66 | 15,11 | 15,69 | 14,726 | 1,021 | 7% |
| 75° | 6 | 11,47 | 12,23 | 13,44 | 12,3 | 12,32 | 12,352 | 0,629 | 5% |
| 90° | 7 | 11,86 | 11,45 | 11,95 | 10,81 | 11,59 | 11,532 | 0,403 | 3% |
| 105° | 8 | 13 | 13 | 13,65 | 12,09 | 12,95 | 12,938 | 0,497 | 4% |
| 120° | 9 | 15,74 | 16,76 | 16,39 | 14,28 | 16,91 | 16,016 | 0,957 | 6% |
| 135° | 10 | 19,15 | 19,53 | 20,73 | 18,55 | 20,67 | 19,726 | 0,855 | 4% |
| 150° | 11 | 21,03 | 23,24 | 25,46 | 21,79 | 25,01 | 23,306 | 1,734 | 7% |
| 165° | 12 | 22,52 | 25,44 | 27,62 | 23,86 | 28,02 | 25,492 | 2,117 | 8% |
| 180° | 1 | 24,34 | 25,72 | 29,46 | 27,25 | 29,71 | 27,296 | 2,085 | 8% |
| 195° | 2 | 21,94 | 24,79 | 27,66 | 24,68 | 27,66 | 25,346 | 2,148 | 8% |
| 210° | 3 | 19,12 | 21,62 | 24,46 | 20,86 | 24,1 | 22,032 | 2,010 | 9% |
| 225° | 4 | 15,92 | 18,14 | 18,67 | 17,56 | 19,89 | 18,036 | 1,308 | 7% |
| 240° | 5 | 13,01 | 14,16 | 15,66 | 15,11 | 15,69 | 14,726 | 1,021 | 7% |
| 255° | 6 | 11,47 | 12,23 | 13,44 | 12,3 | 12,32 | 12,352 | 0,629 | 5% |
| 270° | 7 | 11,86 | 11,45 | 11,95 | 10,81 | 11,59 | 11,532 | 0,403 | 3% |
| 285° | 8 | 13 | 13 | 13,65 | 12,09 | 12,95 | 12,938 | 0,497 | 4% |
| 300° | 9 | 15,74 | 16,76 | 16,39 | 14,28 | 16,91 | 16,016 | 0,957 | 6% |
| 315° | 10 | 19,15 | 19,53 | 20,73 | 18,55 | 20,67 | 19,726 | 0,855 | 4% |
| 330° | 11 | 21,03 | 23,24 | 25,46 | 21,79 | 25,01 | 23,306 | 1,734 | 7% |
| 345° | 12 | 22,52 | 25,44 | 27,62 | 23,86 | 28,02 | 25,492 | 2,117 | 8% |

Vzorek textilie B26

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 12,21 | 11,67 | 12,13 | 11,01 | 10,54 | 11,512 | 0,647 | 6% |
| 15° | 2 | 11,69 | 10,9 | 10,54 | 9,21 | 9,95 | 10,458 | 0,841 | 8% |
| 30° | 3 | 10,37 | 9,06 | 8,64 | 7,77 | 8,02 | 8,772 | 0,919 | 10% |
| 45° | 4 | 8,89 | 6,8 | 7,8 | 7,07 | 6,83 | 7,478 | 0,793 | 11% |
| 60° | 5 | 7,74 | 6,21 | 6,03 | 6,31 | 6,12 | 6,482 | 0,636 | 10% |
| 75° | 6 | 7,01 | 5,34 | 4,96 | 5,57 | 5,35 | 5,646 | 0,710 | 13% |
| 90° | 7 | 6,66 | 5,46 | 5,26 | 5,74 | 4,72 | 5,568 | 0,640 | 11% |
| 105° | 8 | 7,36 | 6,4 | 6,08 | 6,2 | 5,41 | 6,29 | 0,630 | 10% |
| 120° | 9 | 8,82 | 7,31 | 7,34 | 7,06 | 5,97 | 7,3 | 0,910 | 12% |
| 135° | 10 | 10,39 | 9,06 | 9,05 | 8,57 | 8 | 9,014 | 0,790 | 9% |
| 150° | 11 | 12,13 | 10,29 | 10,45 | 9,12 | 10,05 | 10,408 | 0,977 | 9% |
| 165° | 12 | 12,41 | 10,99 | 11,26 | 10,37 | 10,38 | 11,082 | 0,749 | 7% |
| 180° | 1 | 12,21 | 11,67 | 12,13 | 11,01 | 10,54 | 11,512 | 0,647 | 6% |
| 195° | 2 | 11,69 | 10,9 | 10,54 | 9,21 | 9,95 | 10,458 | 0,841 | 8% |
| 210° | 3 | 10,37 | 9,06 | 8,64 | 7,77 | 8,02 | 8,772 | 0,919 | 10% |
| 225° | 4 | 8,89 | 6,8 | 7,8 | 7,07 | 6,83 | 7,478 | 0,793 | 11% |
| 240° | 5 | 7,74 | 6,21 | 6,03 | 6,31 | 6,12 | 6,482 | 0,636 | 10% |
| 255° | 6 | 7,01 | 5,34 | 4,96 | 5,57 | 5,35 | 5,646 | 0,710 | 13% |
| 270° | 7 | 6,66 | 5,46 | 5,26 | 5,74 | 4,72 | 5,568 | 0,640 | 11% |
| 285° | 8 | 7,36 | 6,4 | 6,08 | 6,2 | 5,41 | 6,29 | 0,630 | 10% |
| 300° | 9 | 8,82 | 7,31 | 7,34 | 7,06 | 5,97 | 7,3 | 0,910 | 12% |
| 315° | 10 | 10,39 | 9,06 | 9,05 | 8,57 | 8 | 9,014 | 0,790 | 9% |
| 330° | 11 | 12,13 | 10,29 | 10,45 | 9,12 | 10,05 | 10,408 | 0,977 | 9% |
| 345° | 12 | 12,41 | 10,99 | 11,26 | 10,37 | 10,38 | 11,082 | 0,749 | 7% |

Vzorek textilie B27

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 20,86 | 19,74 | 22,91 | 22,15 | 19,13 | 20,958 | 1,419 | 7% |
| 15° | 2 | 18,74 | 19,21 | 21,21 | 21,67 | 19,03 | 19,972 | 1,217 | 6% |
| 30° | 3 | 15,89 | 17,12 | 18,94 | 19,27 | 17 | 17,644 | 1,272 | 7% |
| 45° | 4 | 13,7 | 13,95 | 15,43 | 16,47 | 14,71 | 14,852 | 1,011 | 7% |
| 60° | 5 | 12,16 | 12,03 | 12,59 | 14,06 | 12,66 | 12,7 | 0,722 | 6% |
| 75° | 6 | 10,51 | 10,35 | 10,87 | 11,83 | 10,78 | 10,868 | 0,516 | 5% |
| 90° | 7 | 9,71 | 9,46 | 10,15 | 10,55 | 9,83 | 9,94 | 0,377 | 4% |
| 105° | 8 | 10,31 | 10,33 | 11,19 | 11,21 | 11,2 | 10,848 | 0,431 | 4% |
| 120° | 9 | 11,88 | 11,67 | 12,65 | 12,89 | 12,94 | 12,406 | 0,529 | 4% |
| 135° | 10 | 13,99 | 13,64 | 14,16 | 15,5 | 15 | 14,458 | 0,687 | 5% |
| 150° | 11 | 16,48 | 16,23 | 16,71 | 17,24 | 16,99 | 16,73 | 0,358 | 2% |
| 165° | 12 | 18,36 | 18,26 | 18,89 | 19,58 | 19,81 | 18,98 | 0,626 | 3% |
| 180° | 1 | 20,86 | 19,74 | 22,91 | 22,15 | 19,13 | 20,958 | 1,419 | 7% |
| 195° | 2 | 18,74 | 19,21 | 21,21 | 21,67 | 19,03 | 19,972 | 1,217 | 6% |
| 210° | 3 | 15,89 | 17,12 | 18,94 | 19,27 | 17 | 17,644 | 1,272 | 7% |
| 225° | 4 | 13,7 | 13,95 | 15,43 | 16,47 | 14,71 | 14,852 | 1,011 | 7% |
| 240° | 5 | 12,16 | 12,03 | 12,59 | 14,06 | 12,66 | 12,7 | 0,722 | 6% |
| 255° | 6 | 10,51 | 10,35 | 10,87 | 11,83 | 10,78 | 10,868 | 0,516 | 5% |
| 270° | 7 | 9,71 | 9,46 | 10,15 | 10,55 | 9,83 | 9,94 | 0,377 | 4% |
| 285° | 8 | 10,31 | 10,33 | 11,19 | 11,21 | 11,2 | 10,848 | 0,431 | 4% |
| 300° | 9 | 11,88 | 11,67 | 12,65 | 12,89 | 12,94 | 12,406 | 0,529 | 4% |
| 315° | 10 | 13,99 | 13,64 | 14,16 | 15,5 | 15 | 14,458 | 0,687 | 5% |
| 330° | 11 | 16,48 | 16,23 | 16,71 | 17,24 | 16,99 | 16,73 | 0,358 | 2% |
| 345° | 12 | 18,36 | 18,26 | 18,89 | 19,58 | 19,81 | 18,98 | 0,626 | 3% |

Vzorek textilie B28

| Směr měření | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | průměr | odchylka | var. koef. |
|-------------|----|-------|-------|------|------|------|--------|----------|------------|
| 0° | 1 | 12,06 | 11,97 | 9,79 | 6,09 | 7,12 | 9,406 | 2,449 | 26% |
| 15° | 2 | 8,71 | 12,25 | 8,6 | 5,9 | 6,21 | 8,334 | 2,280 | 27% |
| 30° | 3 | 6,52 | 8,24 | 5,56 | 4,91 | 4,23 | 5,892 | 1,396 | 24% |
| 45° | 4 | 4,19 | 6,51 | 3,48 | 3,74 | 3,14 | 4,212 | 1,199 | 28% |
| 60° | 5 | 2,81 | 4,26 | 2,63 | 2,96 | 2,82 | 3,096 | 0,591 | 19% |
| 75° | 6 | 2,07 | 3,28 | 1,67 | 2,14 | 2,11 | 2,254 | 0,541 | 24% |
| 90° | 7 | 2,08 | 3,05 | 1,67 | 1,53 | 1,93 | 2,052 | 0,535 | 26% |
| 105° | 8 | 3,14 | 2,46 | 1,93 | 1,92 | 2,05 | 2,3 | 0,464 | 20% |
| 120° | 9 | 4,86 | 3,35 | 2,93 | 2,65 | 2,85 | 3,328 | 0,799 | 24% |
| 135° | 10 | 5,51 | 4,4 | 4,17 | 3,51 | 3,85 | 4,288 | 0,681 | 16% |
| 150° | 11 | 7,31 | 5,27 | 5,55 | 4,68 | 4,86 | 5,534 | 0,939 | 17% |
| 165° | 12 | 8,28 | 6,54 | 7,25 | 5,83 | 6,29 | 6,838 | 0,855 | 13% |
| 180° | 1 | 12,06 | 11,97 | 9,79 | 6,09 | 7,12 | 9,406 | 2,449 | 26% |
| 195° | 2 | 8,71 | 12,25 | 8,6 | 5,9 | 6,21 | 8,334 | 2,280 | 27% |
| 210° | 3 | 6,52 | 8,24 | 5,56 | 4,91 | 4,23 | 5,892 | 1,396 | 24% |
| 225° | 4 | 4,19 | 6,51 | 3,48 | 3,74 | 3,14 | 4,212 | 1,199 | 28% |
| 240° | 5 | 2,81 | 4,26 | 2,63 | 2,96 | 2,82 | 3,096 | 0,591 | 19% |
| 255° | 6 | 2,07 | 3,28 | 1,67 | 2,14 | 2,11 | 2,254 | 0,541 | 24% |
| 270° | 7 | 2,08 | 3,05 | 1,67 | 1,53 | 1,93 | 2,052 | 0,535 | 26% |
| 285° | 8 | 3,14 | 2,46 | 1,93 | 1,92 | 2,05 | 2,3 | 0,464 | 20% |
| 300° | 9 | 4,86 | 3,35 | 2,93 | 2,65 | 2,85 | 3,328 | 0,799 | 24% |
| 315° | 10 | 5,51 | 4,4 | 4,17 | 3,51 | 3,85 | 4,288 | 0,681 | 16% |
| 330° | 11 | 7,31 | 5,27 | 5,55 | 4,68 | 4,86 | 5,534 | 0,939 | 17% |
| 345° | 12 | 8,28 | 6,54 | 7,25 | 5,83 | 6,29 | 6,838 | 0,855 | 13% |

Příloha č. 5

Porovnání ohybové síly F_m [mN] měřené ve směru osnovy a útku u textilie v plátňové a keprové vazbě

Dú = 240 n/10 cm; Do = 240 n/10cm

| Vzorek | Vazba | Ohybová síla F_m [mN] | |
|--------|--------|-------------------------|--------|
| | | osnova | útek |
| M33 | kepr | 13,162 | 10,306 |
| M36 | plátňo | 23,588 | 20,932 |

Dú = 220 n/10cm; Do = 240 n/10cm

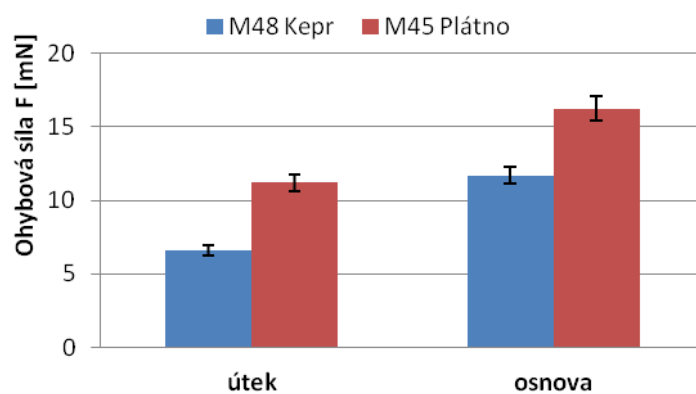
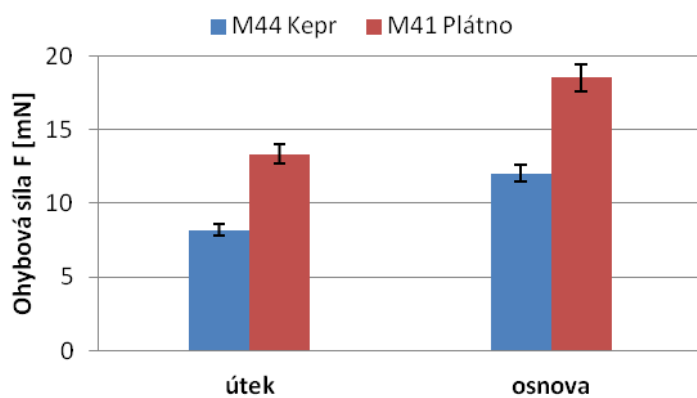
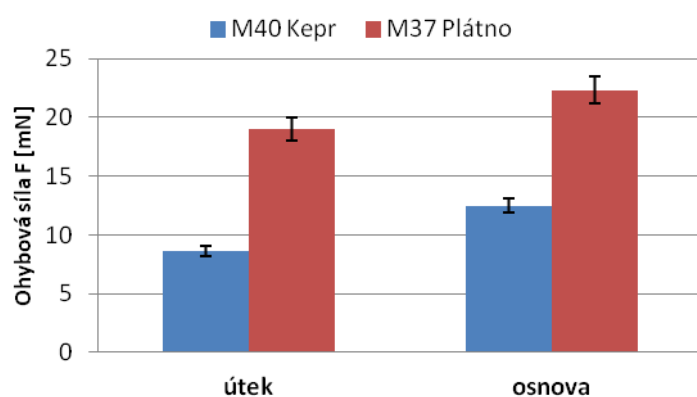
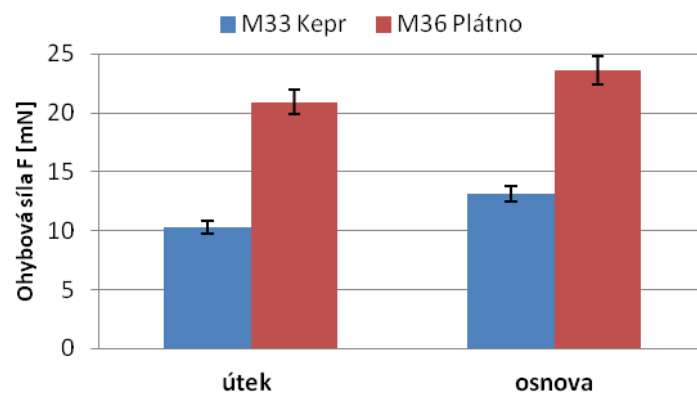
| Vzorek | Vazba | Ohybová síla [mN] | |
|--------|--------|-------------------|-------|
| | | osnova | útek |
| M40 | kepr | 12,482 | 8,622 |
| M37 | plátňo | 22,332 | 19,02 |

Dú = 200 n/10 cm; Do = 240 n/10cm

| Vzorek | Vazba | Ohybová síla [mN] | |
|--------|--------|-------------------|-------|
| | | osnova | útek |
| M44 | kepr | 12,048 | 8,194 |
| M41 | plátňo | 18,552 | 13,35 |

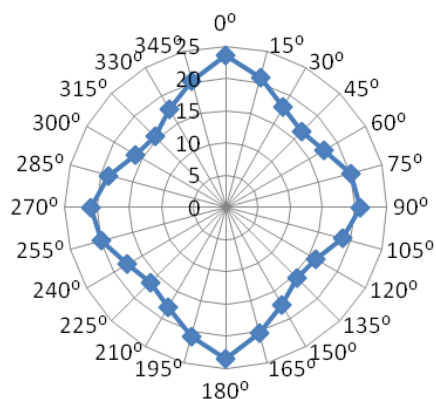
Dú = 180 n/10 cm; Do = 240 n/10cm

| Vzorek | Vazba | Ohybová síla [mN] | |
|--------|--------|-------------------|--------|
| | | osnova | útek |
| M48 | kepr | 11,694 | 6,596 |
| M45 | plátňo | 16,236 | 11,186 |

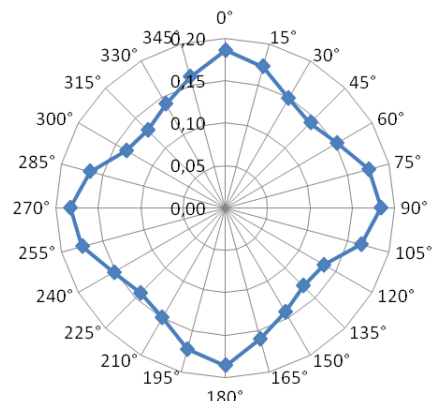


Příloha č. 6

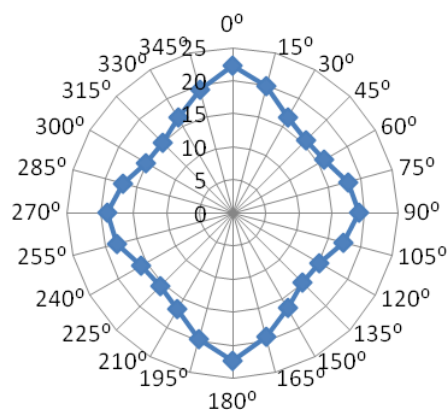
Polární diagramy ohybové síly F_m [mN] textilií v plátnové vazbě z měření na přístroji TH-7 a ohybové tuhosti B [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{m}$] z měření na přístroji KES-FB 2



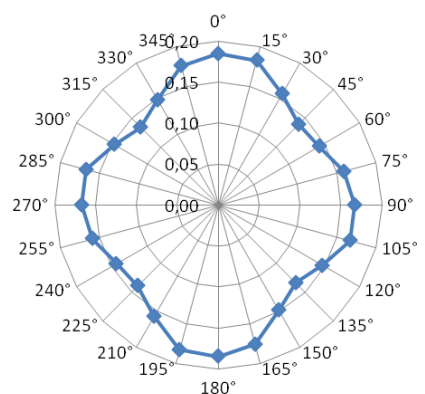
*Anizotropie ohybové síly vzorku M33
v plátnové vazbě ($D_u=240\text{n}/10\text{cm}$)*



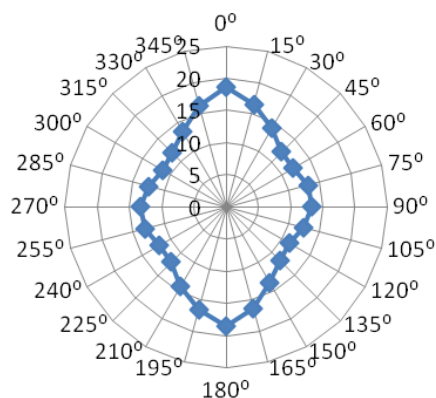
*Anizotropie ohybové tuhosti vzorku M33
v plátnové vazbě ($D_u=240\text{n}/10\text{cm}$)*



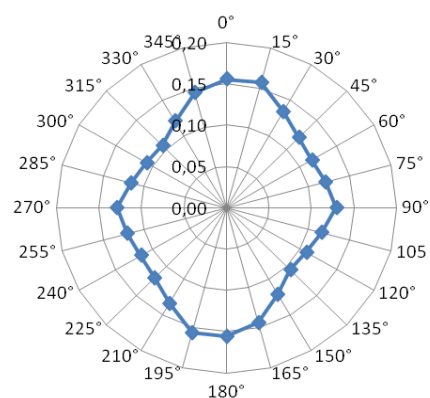
*Anizotropie ohybové síly vzorku M37
v plátnové vazbě ($D_u = 220\text{n}/10\text{cm}$)*



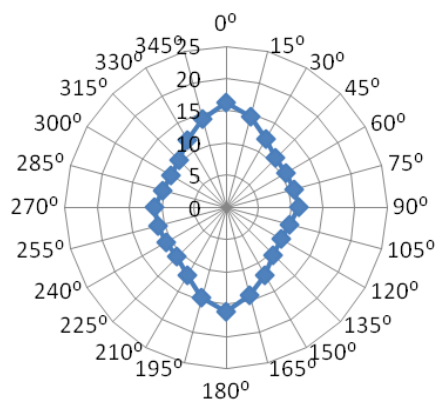
*Anizotropie ohybové tuhosti vzorku M37
v plátnové vazbě ($D_u=240\text{n}/10\text{cm}$)*



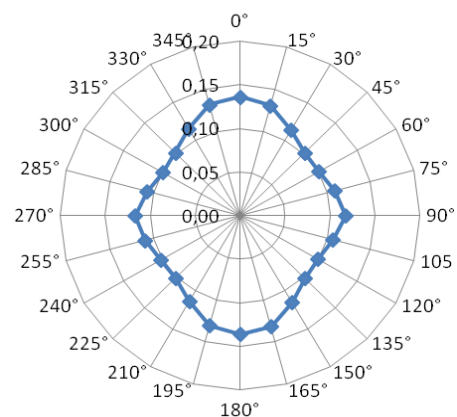
*Anizotropie ohybové síly vzorku M41
v plátnové vazbě ($D_u = 200\text{n}/10\text{cm}$)*



*Anizotropie ohybové tuhosti vzorku M41
v plátnové vazbě ($D_u=240\text{n}/10\text{cm}$)*



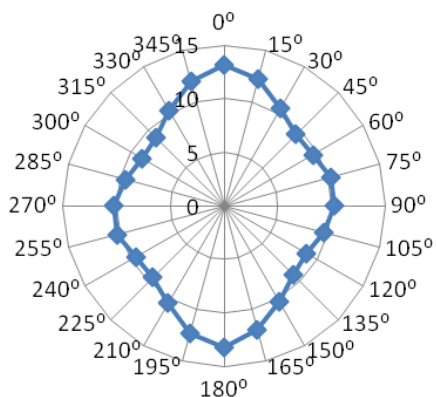
*Anizotropie ohybové síly vzorku M45
v plátnové vazbě ($Dú = 180\text{n}/10\text{cm}$)*



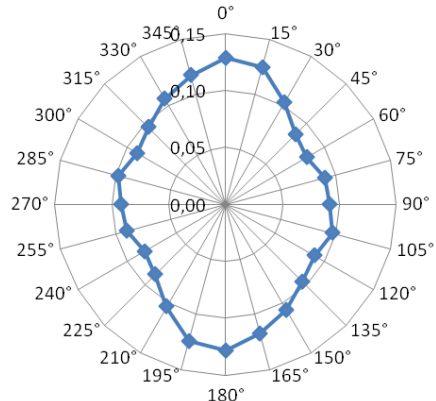
*Anizotropie ohybové tuhosti vzorku M41
v plátnové vazbě ($Dú = 240\text{n}/10\text{cm}$)*

Příloha č. 7

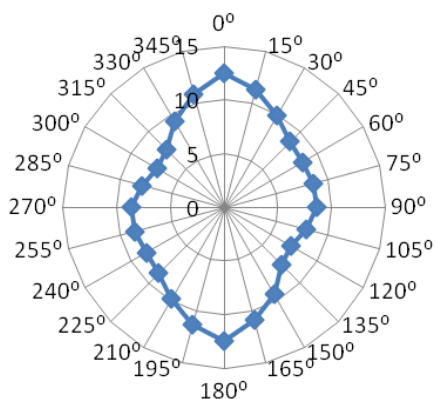
Polární diagramy ohybové síly F_m [mN] textilií v keprové vazbě z měření na přístroji TH-7 a ohybové tuhosti B [$\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{m}$] z měření na přístroji KES-FB 2



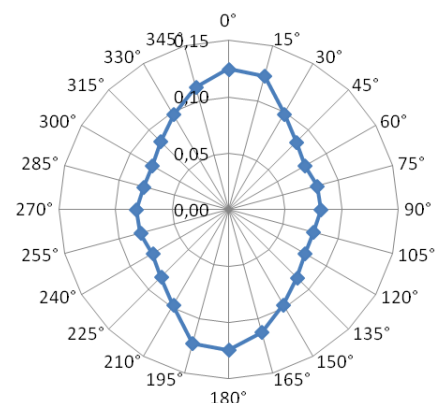
Anizotropie ohybové síly textilie M36
v keprové vazbě ($D_u = 240 \text{ n}/10\text{mm}$)



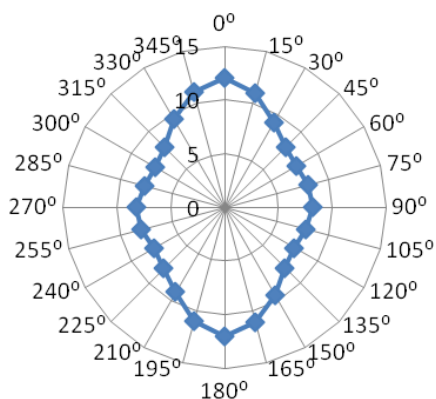
Anizotropie ohybové tuhosti textilie M36
v keprové vazbě ($D_u = 240 \text{ n}/10\text{cm}$)



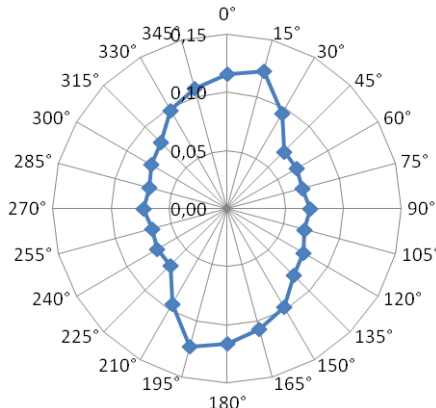
Anizotropie ohybové síly textilie M40
v keprové vazbě ($D_u = 220 \text{ n}/10\text{mm}$)



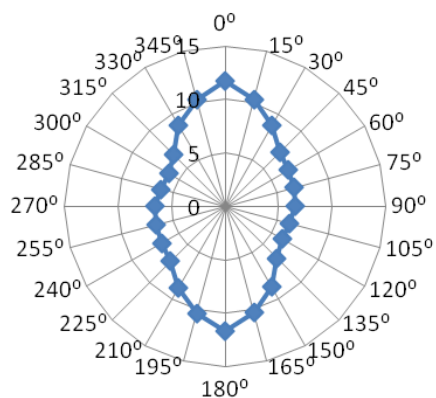
Anizotropie ohybové tuhosti textilie M40
v keprové vazbě ($D_u = 220 \text{ n}/10\text{cm}$)



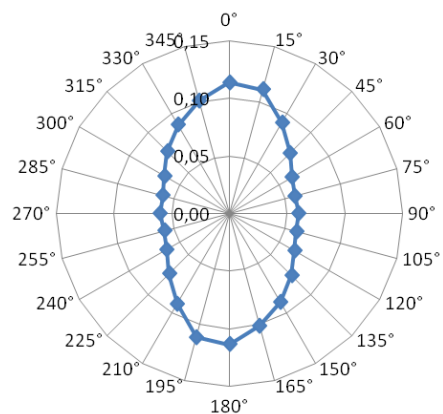
Anizotropie ohybové síly textilie M44
v keprové vazbě ($D_u = 200 \text{ n}/10\text{mm}$)



Anizotropie ohybové tuhosti textilie M44
v keprové vazbě ($D_u = 200 \text{ n}/10\text{cm}$)



*Anizotropie ohybové síly textilie M48
v keprové vazbě ($Dú = 180 \text{ n/10mm}$)*

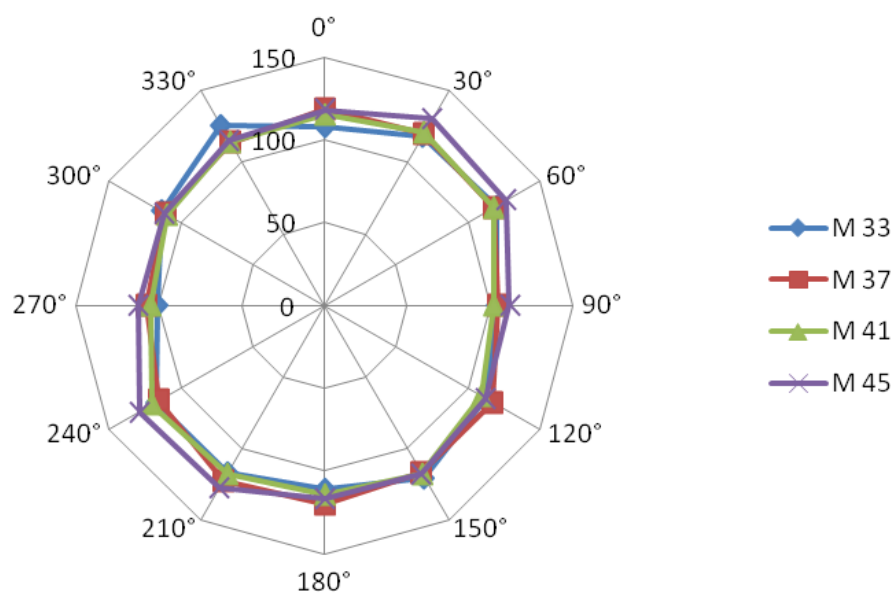


*Anizotropie ohybové tuhosti textilie M48
v keprové vazbě ($Dú = 180 \text{ n/10cm}$)*

Příloha č. 8

Úhel zotavení rezných textilií v plátnové vazbě

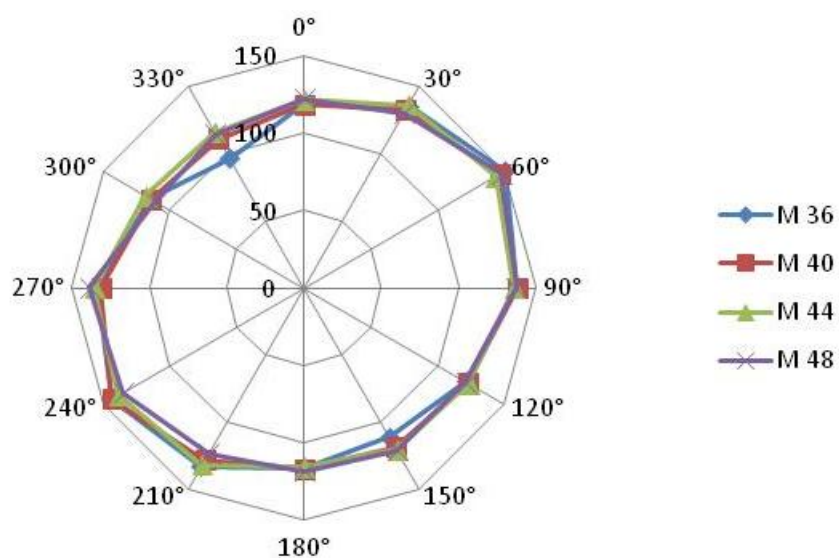
| Označení vzorků | průměrný úhel zotavení α [°] | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0° | 30° | 60° | 90° | 120° | 150° | 180° | 210° | 240° | 270° | 300° | 330° |
| M 33 | 108,04 | 117,99 | 120,15 | 104,2 | 112,16 | 120,58 | 111,04 | 116,94 | 117,45 | 100,9 | 113,55 | 125,42 |
| M 37 | 118,75 | 119,51 | 118,46 | 105 | 116,96 | 116,32 | 119,93 | 122,49 | 115,17 | 107,14 | 111,07 | 113,51 |
| M 41 | 115,12 | 120,52 | 118,25 | 102,04 | 109,81 | 117,47 | 114,42 | 117,3 | 119,98 | 105,19 | 109,71 | 114,15 |
| M 45 | 118,31 | 130,31 | 127,02 | 111,78 | 112,67 | 117,36 | 116,53 | 127,35 | 129 | 112,61 | 111,87 | 114,95 |



Příloha č. 9

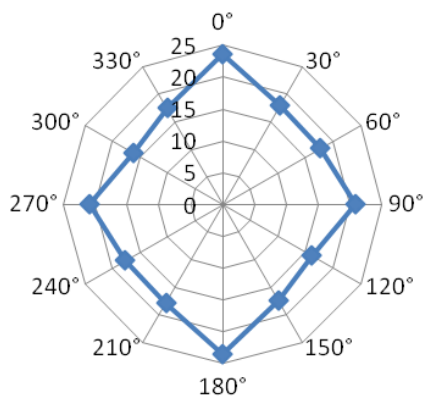
Úhel zotavení rezných textilií v plátnové vazbě

| Označení vzorků | průměrný úhel zotavení α [°] | | | | | | | | | | | |
|--------------------|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 0° | 30° | 60° | 90° | 120° | 150° | 180° | 210° | 240° | 270° | 300° | 330° |
| M 36 | 118,98 | 135,74 | 150,28 | 137,6 | 120,8 | 110,94 | 116,19 | 132,94 | 143,95 | 134,17 | 115,32 | 96,37 |
| M 40 | 118,17 | 132,5 | 146,15 | 138,09 | 122,5 | 118,77 | 116,83 | 128,47 | 143,02 | 131,52 | 114,07 | 110,75 |
| M 44 | 121,29 | 136,08 | 143,29 | 136,08 | 123,42 | 120,27 | 115,99 | 131,78 | 138,35 | 135,7 | 118,13 | 115,53 |
| M 48 | 122,01 | 130,08 | 147,27 | 137,41 | 121,23 | 121,01 | 118,53 | 123,24 | 134,77 | 138,59 | 110,72 | 114,62 |

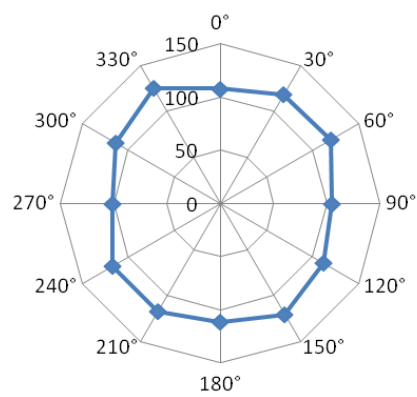


Příloha č. 10

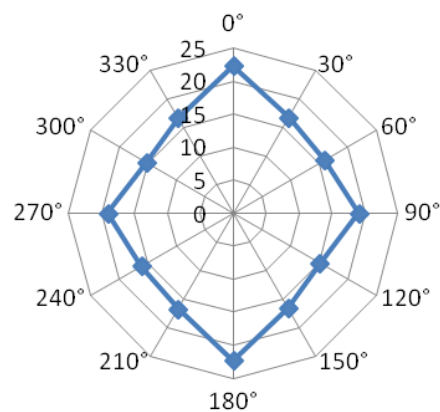
Polární diagramy ohybové síly F [Nm] a úhlu zotavení $[\circ]$ zkoušených vzorků rezných textilií v plátnové vazbě



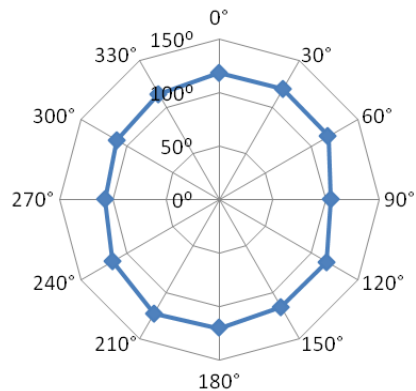
Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M33, $Dú=240$ [n/10cm]



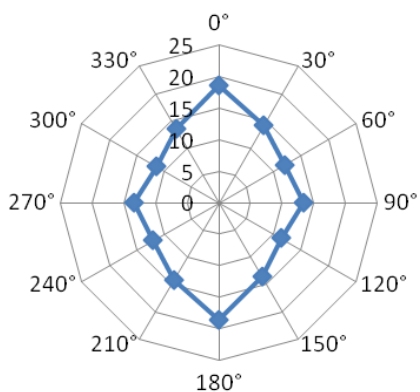
Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M33, $Dú=240$ [n/10cm]



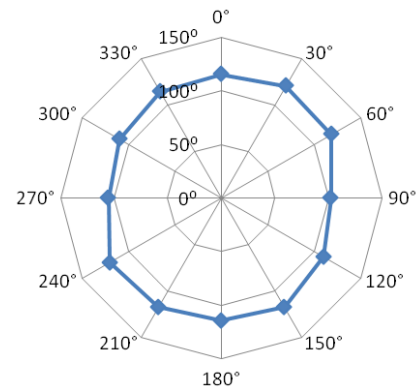
Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M37, $Dú=220$ [n/10cm]



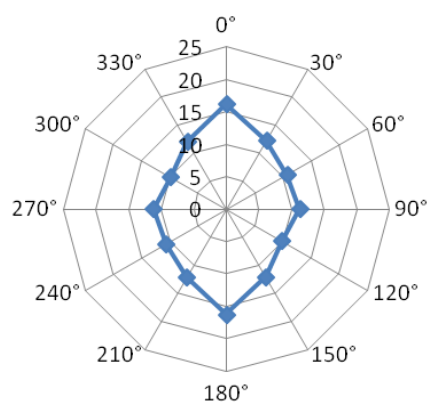
Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M37, $Dú=220$ [n/10cm]



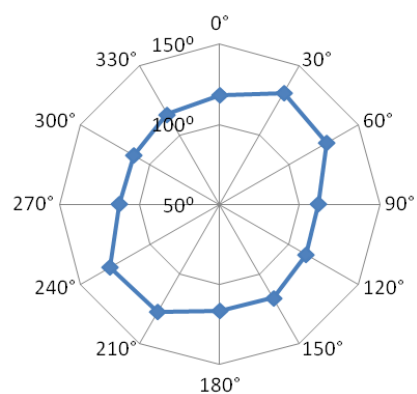
Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M41, $Dú=200$ [n/10cm]



Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M41, $Dú=200$ [n/10cm]



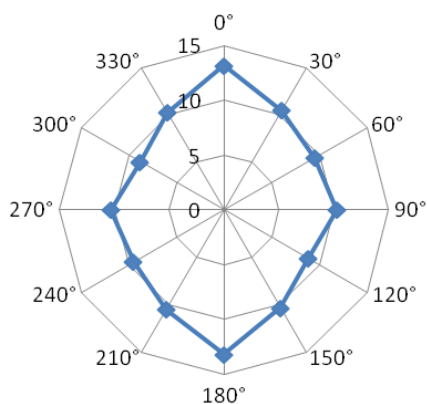
*Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M45, $Dú=180$ [n/10cm]*



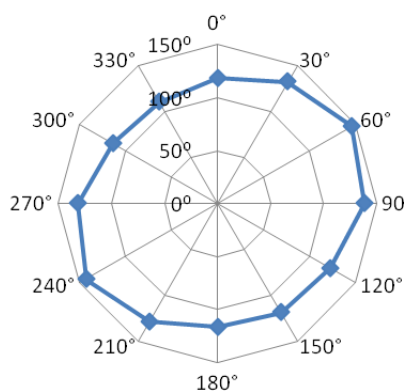
*Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M45, $Dú=180$ [n/10cm]*

Příloha č. 11

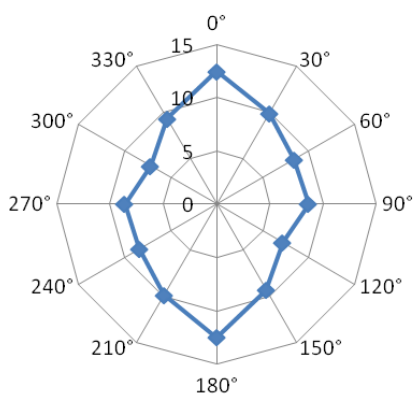
Polární diagramy ohybové síly F [Nm] a úhlu zotavení $[\circ]$ zkoušených vzorků rezných textilií v keprové vazbě



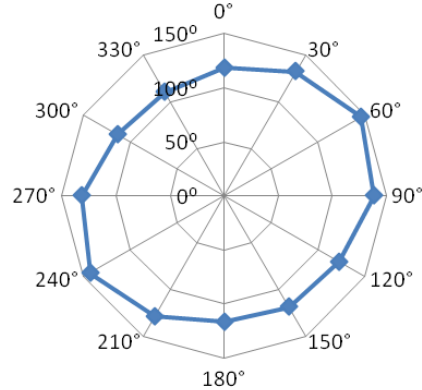
Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M36, $Dú=240$ [n/10cm]



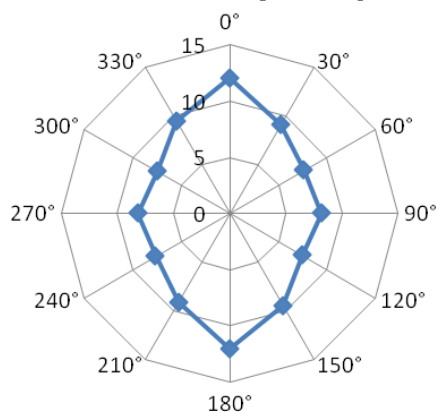
Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M36, $Dú=240$ [n/10cm]



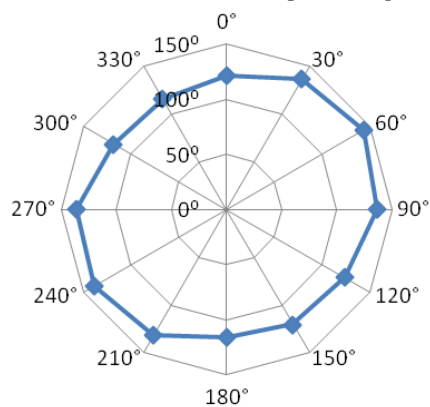
Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M40, $Dú=220$ [n/10cm]



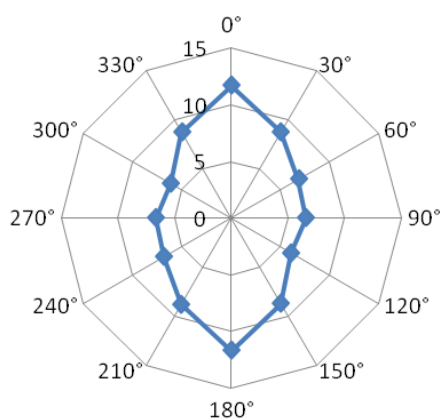
Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M40, $Dú=220$ [n/10cm]



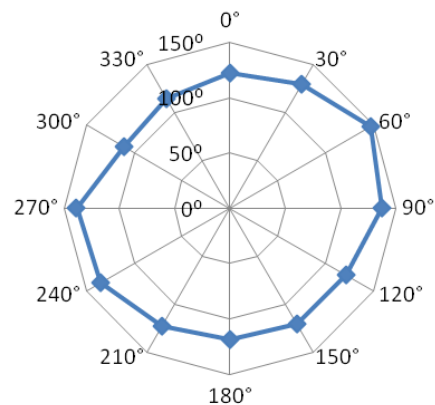
Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M44, $Dú=200$ [n/10cm]



Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M44, $Dú=200$ [n/10cm]



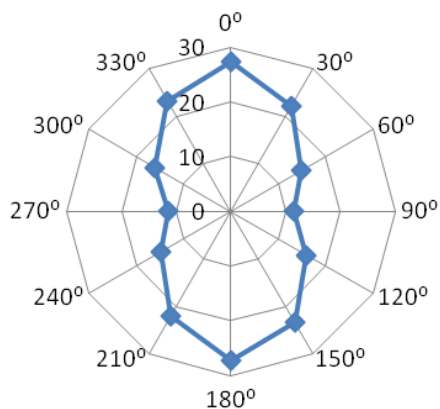
*Anizotropie ohybové síly vzorků textilie
M48, $Dú=180$ [n/10cm]*



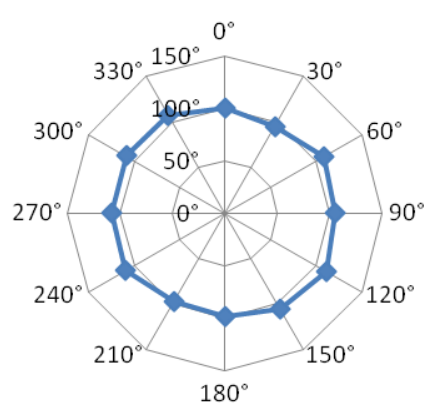
*Anizotropie úhlu zotavení vzorků textilie
M48, $Dú=180$ [n/10cm]*

Příloha č. 12

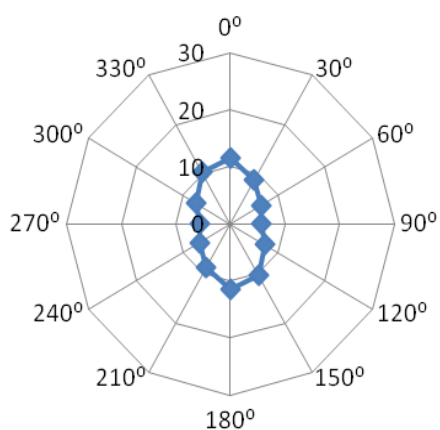
Polární diagramy ohybové síly F [Nm] a úhlu zotavení $[\circ]$ zkoušených vzorků šatových textilií



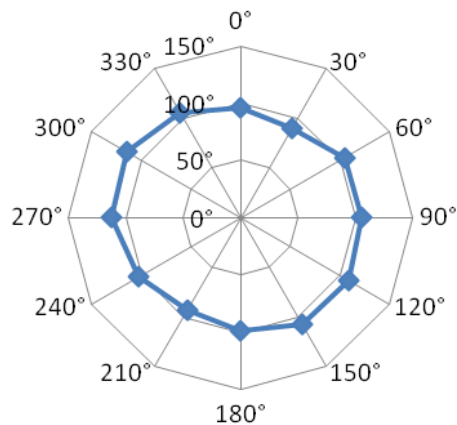
*Anizotropie ohybové síly vzorků
textilie B25*



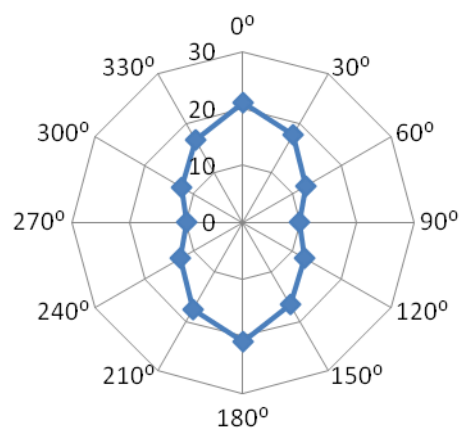
*Anizotropie úhlu zotavení vzorků
textilie B25*



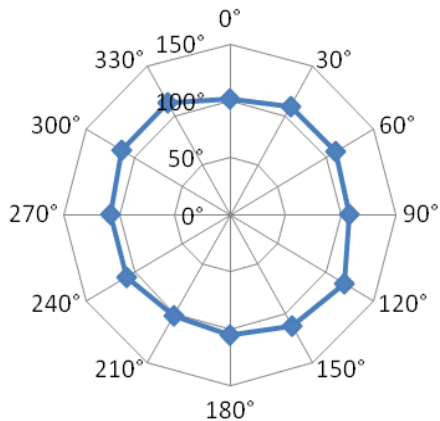
*Anizotropie ohybové síly vzorků
textilie B26*



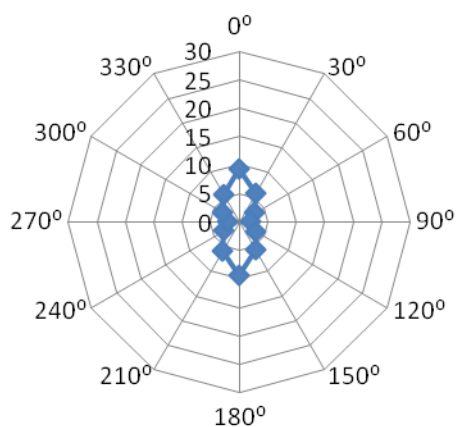
*Anizotropie úhlu zotavení vzorků
textilie B26*



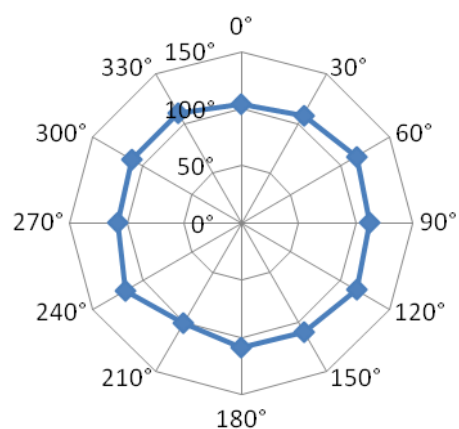
*Anizotropie ohybové síly vzorků
textilie B27*



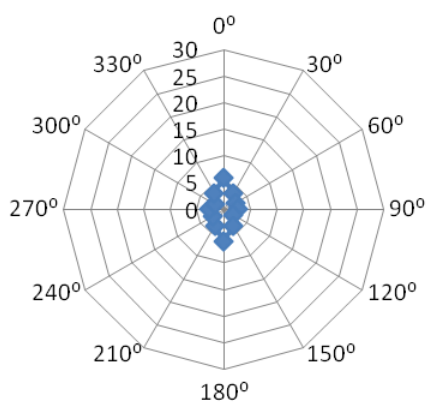
*Anizotropie úhlu zotavení vzorků
textilie B27*



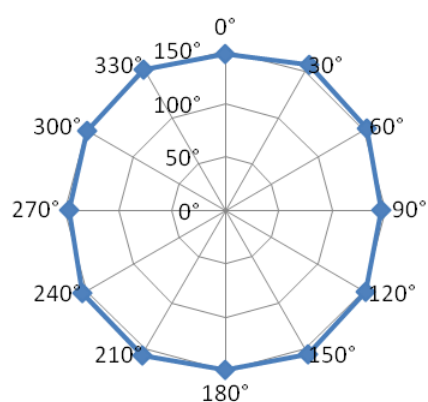
*Anizotropie ohybové síly vzorků
textilie B28*



*Anizotropie úhlu zotavení vzorků
textilie B28*



*Anizotropie ohybové síly vzorků
textilie B24*



*Anizotropie úhlu zotavení vzorků
textilie B24*